

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

06.09.00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年 7月28日

RECD 27 OCT 2000

WIPO

PCT

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第213277号

出願人

Applicant(s):

松下電器産業株式会社

JP00/05127

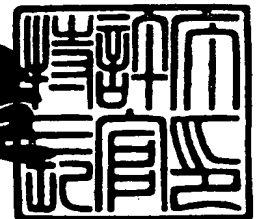
4

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年10月13日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3083095

【書類名】 特許願

【整理番号】 2032410141

【提出日】 平成11年 7月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 07/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 宮▲ざき▼ 篤史

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 山口 博之

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 井口 睦

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 赤木 俊哉

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーザーパワー制御方法及びレーザーパワー制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 媒体からの反射光（または透過光）を検出する第 1 の検出手段と、レーザーの出射光を検出する第 2 の検出手段と、前記第 1 の検出手段の出力に応じてレーザーを駆動する第 1 の制御手段と、前記第 2 の検出手段の出力に応じてレーザーを駆動する第 2 の制御手段を有し、前記第 1 の制御手段が動作しているときは前記第 2 の制御手段は動作せず前記第 2 の制御手段が動作している時は前記第 1 の制御手段は動作しないようにしたことを特徴とするレーザーパワー制御方法。

【請求項 2】 第 1 の制御手段と第 2 の制御手段は交互に動作するとしたことを特徴とする請求項 1 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 3】 第 2 の制御手段はデータを記録・再生しない時のみ動作するとしたことを特徴とする請求項 1 または 2 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 4】 媒体はデータを記録する領域がセクタに分割され、レーザーの照射位置が前記セクタ上のデータを記録・再生しないギャップ領域にあるときに第 2 の制御手段が動作することを特徴とする請求項 3 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 5】 第 1 の制御手段は第 2 の制御手段の出力に基づいて動作するとしたことを特徴とする請求項 1 または 4 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 6】 第 1 の制御手段は、第 1 の制御手段が非動作のときの第 1 の検出手段の出力を基準値として検出した反射光（または透過光）変化に基づいて動作することを特徴とする請求項 1, 2 または 5 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 7】 媒体に傷や汚れ等のディフェクトが付着している事を検出するディフェクト検出手段を有し、前記ディフェクト検出手段がディフェクトを検出していない時に基準値を求める事を特徴とする請求項 6 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 8】 ディフェクト検出手段は、第 1 の制御手段を非動作にした時の所定期間の第 1 の検出手段の出力に応じてディフェクトの有無を検出することを特

徴とする請求項 7 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 9】ディフェクト検出手段は、所定期間の第 1 の検出手段の出力が特定の値以下のときにディフェクトが付着していることを検出するとしてことを特徴とする請求項 8 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 10】第 1 の制御手段の出力は、第 2 の制御手段の動作中と第 1 の制御手段の動作中とに分けて求められることを特徴とする請求項 1, 2, 5 または 9 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 11】第 2 の制御手段の動作中は第 1 の検出手段の出力に依存しない計算を行うことを特徴とする請求項 10 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 12】第 2 の制御手段はレーザーの注入電流－光出力特性に相当する I－L 特性を求め、第 1 の制御手段は求められた前記 I－L 特性に応じてレーザーを駆動することを特徴とする請求項 1, 2, 5, 9 または 11 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 13】I－L 特性はレーザーの閾値電流と量子効率を表す値としたことを特徴とする請求項 12 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 14】第 2 の制御手段の出力は 2 値以上あり、前記 2 値以上の出力でレーザーを駆動している時の第 2 の検出手段のそれぞれ 2 値以上の出力に応じて閾値電流と量子効率を表す値を求めるとしたことを特徴とする請求項 13 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 15】媒体からの反射光（または透過光）を検出する検出手段と、前記検出手段の出力に応じてレーザーを駆動する制御手段を有し、制御手段の出力に応じて検出手段の出力を補正することを特徴とするレーザーパワー制御方法。

【請求項 16】検出手段の出力を補正する際は検出手段が媒体からの反射光（または透過光）を検出するのに要する時間だけ補正開始を遅らせることを特徴とする請求項 15 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 17】低域通過フィルタの遅れ時間を用いて補正開始を遅らせることを特徴とする請求項 16 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 18】制御手段はレーザーの注入電流－光出力特性に相当する I－L 特性に応じてレーザーを駆動することを特徴とする請求項 15 記載のレーザーパ

ワー制御方法。

【請求項 1 9】制御手段の出力はあらかじめ計算済みの複数のテーブルデータを検出手段の出力に応じて選択することで行うことを特徴とする請求項 1 5 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 2 0】テーブルデータは制御手段の出力を示す第 1 のテーブルデータと検出手段の出力の補正を示す第 2 のテーブルデータからなることを特徴とする請求項 1 9 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 2 1】第 1 のテーブルデータの語長が有限の為切り捨てられて発生する誤差に対応して第 2 のテーブルデータは修正されたものからなることを特徴とする請求項 2 0 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 2 2】媒体からの反射光（または透過光）を検出する検出手段と、前記検出手段の出力に応じてレーザーを駆動する制御手段を有し、レーザーの出力が発光限界を越える時に出力される前記検出手段の出力の最大値をあらかじめ求めておき、前記検出手段の出力を前記最大値でクリップすることにより制御手段の出力を制限することを特徴とするレーザーパワー制御方法。

【請求項 2 3】制御手段の出力はあらかじめ計算済みの複数のテーブルデータを検出手段の出力に応じて選択することで求められ、検出手段の出力の最大値になる前記テーブルデータを示すアドレスをあらかじめ選択可能な最大アドレスとして求めておき、検出手段の出力が前記最大アドレス以上の時は制御手段の出力を前記最大アドレスの示すテーブルデータでクリップすることを特徴とする請求項 2 2 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 2 4】媒体からの反射光（または透過光）を検出する検出手段と、前記検出手段の出力に応じてレーザーを駆動する制御手段を有し、前記検出手段の出力の変化を特定の範囲に制限することにより制御手段の出力の変化を制限したことを特徴とするレーザーパワー制御方法。

【請求項 2 5】制御手段の出力はあらかじめ計算済みの複数のテーブルデータを検出手段の出力に応じて選択することで求められ、選択された前記テーブルデータを示すアドレスから特定の範囲内のアドレスの示すテーブルデータのみ次回選択可能にすることで制御手段の出力の変化を制限したことを特徴とする請求項

2 4 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 2 6】第 1 の検出手段の出力が所定の期間特定の値を越えた時に、第 1 の検出手段の出力が前記特定の値を越えないように第 2 の制御手段の出力を変更することを特徴とする請求項 1 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 2 7】媒体は光ディスクであり、所定の期間は前記光ディスクの 1 回転に要する時間の整数倍の時間としたことを特徴とする請求項 2 6 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 2 8】媒体はデータを記録する領域がセクタに分割され、前記セクタ上のデータを識別するためのアドレスが記録されているアドレス領域にレーザーの照射位置があるときに第 1 の制御手段の動作を停止することを特徴とする請求項 1 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 2 9】レーザーの照射位置がアドレス領域にあるときにレーザーの出力がアドレスを再生するのに適したものになるように第 2 の制御手段の出力を切り替えることを特徴とする請求項 2 8 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 3 0】停止した第 1 の制御手段を再度動作させる時は、停止する直前の第 1 の制御手段の出力に基づいて動作させることを特徴とする請求項 2 8 または 2 9 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 3 1】第 1 の制御手段の出力はあらかじめ計算済みの複数のテーブルデータを第 1 の検出手段の出力に応じて選択することで求められ、停止した第 1 の制御手段を再度動作させる時は、停止する直前に選択された前記テーブルデータを再び選択することを特徴とする請求項 3 0 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 3 2】媒体に対するレーザーの照射位置を移動させる移動手段を有し、前記移動手段によってレーザーの照射位置が移動した後に第 1 の制御手段の動作を停止し第 2 の制御手段を動作させて再度基準値を求めることを特徴とする請求項 6 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 3 3】基準値を格納するメモリを有し、第 1 の制御手段の動作を開始する以前に第 2 の制御手段と移動手段を動作させ、媒体上の複数の位置毎に基準値を求め前記メモリに蓄積し、第 1 の制御手段が動作中にレーザーの照射位置が移動した時は前記メモリに蓄積された値に基づいて再度基準値を求めることを特

徴とする請求項 3 2 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 3 4】第 1 の制御手段の動作を開始する以前に、再生中の第 1 の検出手段の出力値 1 と記録中の第 1 の検出手段の出力値 2 をメモリに蓄積し、第 1 の制御手段が動作中にレーザーの照射位置を移動させた時は記録を行う以前の再生中の第 1 の検出手段の出力値 3 とメモリに蓄積している出力値 1 に基づいて出力値 2 を補正して再度基準値を求めることを特徴とする請求項 3 3 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 3 5】出力値 2 を補正するには出力値 3 を出力値 1 で除算した結果を出力値 2 に乗算することで行うことを特徴とする請求項 3 4 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 3 6】媒体上で以前にデータを記録済みの領域にレーザーの照射位置があることを検出する記録部検出手段を有し、出力値 1 とはデータ記録済みの位置での第 1 の検出手段の出力値 A と以前にデータを記録していない未記録の位置での第 1 の検出手段の出力値 B のいずれかの値を示し、前記記録部検出手段の出力に応じて前記出力値 A と前記出力値 B を切り替えて用いることを特徴とする請求項 3 4 または 3 5 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 3 7】記録部検出手段は、媒体に記録されている情報を再生した信号の振幅を検出する振幅検出部を有し、前記振幅検出部の出力が特定の値を越えたときにレーザーの照射位置がデータを記録済みの領域にあることを検出することとしたことを特徴とする請求項 3 6 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 3 8】第 2 の制御手段が駆動しているレーザーの出力が変化した際に、前記変化した値に応じて基準値を変化させることを特徴とする請求項 6 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 3 9】レーザーの出射光が媒体上を走査する速度が変化した時に第 2 の制御手段によって駆動されるレーザーの出力を変化させることを特徴とする請求項 3 8 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 4 0】レーザーを駆動する制御手段を有し、前記制御手段は媒体上のレーザーの照射位置が記録位置から変化したときにレーザーの出力を特定の値以下にし、レーザーの照射位置が前記記録位置に復帰した際はレーザーの出力を以

前のものに戻すことを特徴とするレーザーパワー制御方法。

【請求項 4 1】特定の値以下とは、媒体に記録されているデータを消去するのに適したパワー以下であるとしたことを特徴とする請求項 4 0 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 4 2】媒体からの反射光（または透過光）を検出する第 1 の検出手段と、レーザーの出射光を検出する第 2 の検出手段を有し、制御手段は前記第 1 の検出手段の出力に応じてレーザーを駆動する第 1 の制御手段と前記第 2 の検出手段の出力に応じてレーザーを駆動する第 2 の制御手段からなり、媒体上のレーザーの照射位置が記録位置から変化したときに特定の値以下にするのは第 2 の制御手段による出力としこのとき第 1 の制御手段の動作を停止しレーザーの照射位置が前記記録位置に復帰した際は第 2 の制御手段で駆動されるレーザーの出力を以前のものに戻し再び第 1 の制御手段を動作させることを特徴とする請求項 4 0 または 4 1 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 4 3】媒体上のレーザーの照射位置が記録位置に復帰した時から所定の期間遅らせた後に再び第 1 の制御手段を動作させるとしたことを特徴とする請求項 4 2 記載のレーザーパワー制御方法。

【請求項 4 4】請求項 1 から 4 3 のいずれか 1 項に記載のレーザーパワー制御方法を使用したことを特徴とするレーザーパワー制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体レーザー等のレーザーを用いて光ディスクや光カード等の記録・再生媒体に情報を記録・再生する光学的情報記録再生装置に使われるレーザーパワー制御方法及び制御装置に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、光ディスクに代表される光学的情報記録媒体に対して記録・再生を行う装置の開発がなされている。光学的情報記録媒体に情報を記録・再生するためには、レーザーの出射パワーを媒体の情報記録面に対し最適に調整する必要がある

。一般に半導体レーザーを制御する場合、周囲温度変化や劣化によりその特性が大きく変動するため、その特性が変化しても記録・再生の適正パワーが出力出来るような制御手段を用いる必要がある。

【0 0 0 3】

まずはじめに、半導体レーザーを用いてその特性について簡単に説明する（以後の説明では、レーザーの例として半導体レーザーを用いるとする）。

【0 0 0 4】

図 1 8 に、温度 T_1 と T_2 における半導体レーザーの注入電流 - 光出力特性（Injection current - Light intensity 特性：以後 $I-L$ 特性と称す）を示す。閾値電流 I_{th} を越えた電流で駆動した際にレーザーの発振が開始され、発振領域では単位駆動電流当たりの光出力は量子効率 η に比例して増加する。図 1 8 に温度 T_1 の時の閾値電流 I_{th0} と、量子効率 η_0 と、温度 T_2 の時の閾値電流 I_{th1} と、量子効率 η_1 を示した。閾値電流 I_{th} 及び量子効率 η は周囲温度変化に応じて変化し、その変化はレーザー個体毎に異なる。図 1 8 の温度 T_1 と温度 T_2 で示した例のように、温度変化によって閾値電流 I_{th} 、量子効率 η は温度 T_1 の時に対して温度 T_2 で 2 倍以上変化するレーザーもある。このようにレーザーの駆動電流が等しくても出射される光出力のパワーは周囲環境に応じて大きく変化するため、通常は光出力のパワーを目標のパワーとする為に駆動電流を変更していくレーザーパワー制御を行う。

【0 0 0 5】

次に、媒体からの反射光をモニタしてレーザーから出射される光出力のパワーが媒体の情報記録面において記録・再生するのに適したパワーとなるように制御する従来のレーザーパワー制御について図 2 0 で示した構成の方法を説明する。図 2 0 において、レーザー 1 から出力される光ビームは媒体に反射して受光素子 1 0 1 で受光される。受光素子 1 0 1 は受光した光出力のパワーを電気信号に変換し演算部 1 0 2 に出力する。演算部 1 0 2 は、内部で持つ基準値と受光素子 1 0 1 の出力を比較してその差分をもとに補正する駆動電流を求めて駆動部 1 0 3 に出力する。駆動部 1 0 3 は演算部 1 0 2 の出力に基づいてレーザー 1 を駆動す

る。レーザー 1 の I-L 特性が変化した場合は、レーザー 1 から出射される光出力のパワーが変化する為、媒体で反射し受光素子 1 0 1 で受光される光出力のパワーも変化する。従って、受光素子 1 0 1 の出力値が演算部 1 0 2 で用いる基準値に対して変化する。演算部 1 0 2 は、受光素子 1 0 1 の出力値と基準値との差分に基づいて駆動部 1 0 3 の駆動量を変化させることにより、レーザー 1 から出射される光出力のパワーは媒体を記録・再生する適正なパワーとなるように制御される。また、媒体に埃や指紋等の汚れが付着した場合、レーザー 1 から出射される光出力のパワーは埃や指紋等の汚れによって媒体の情報記録面に到達する以前に一部吸収されてしまい情報記録面上では媒体を記録・再生する適正なパワーに対して不足したものとなる。この時媒体から反射される光出力のパワーも指紋や汚れが付着していない時に対して不足する。演算部 1 0 2 は、内部で持つ基準値と受光素子 1 0 1 の出力を比較して、その差分に基づいて埃や汚れによる前記不足分を補う駆動電流を求めて駆動部 1 0 3 に出力する。結果としてレーザーから出射される光出力のパワーは増加し、指紋や汚れに一部パワーを吸収されても情報記録面に到達するパワーが媒体に記録・再生する適正パワーとなるように制御される。

【0 0 0 6】

ここで、以後の説明では説明の簡略化の為、図 2 0 で示した構成の方法のように、媒体からの反射光（あるいは透過光）をモニタして光出力が媒体を記録・再生するのに適したパワーとなるように制御する構成のレーザーパワー制御方法を、反射光による制御手段と称することにする。また、反射光による制御手段に対して、光出力のパワーを直接モニタしてパワー制御する方法もあり、出射光による制御手段と称して区別することにする。

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】

従来の反射光による制御手段を用いた技術では、I-L 特性の変化と、レーザーの出射パワーが埃や指紋等によって一部吸収されて媒体を記録・再生する適正なパワーに対して不足した場合の不足分も合わせて補正するように動作していた。すなわち、検出した反射光の変化は I-L 特性の変化成分も含んでいる。しか

し、データを記録する際に必要となるパワー値が複数ある場合、従来の方法では I-L 特性の変化が発生しても誤差少なく制御する事が困難であった。以下、DVD-RAM ディスクに記録する場合を例に具体的に説明する。

【0008】

まず、DVD-RAM ディスクでは、記録マークを形成するのに用いられるレーザーから出射される光出力のパワーは3値ある。(DVD Specifications for Rewritable Disk Version 1.0 に記されるように Peak Power と Bias Power 1 と Bias Power 2) すなわち、DVD-RAM ディスクを記録しようとした場合、記録中に3値のパワーを制御する必要がある。尚、以後の説明では3値のパワーをそれぞれ P_k , P_{b1} , P_{b2} の略号で表すとする。図19に記録マークを形成する為にレーザーから出射される3値のパワーの例を示した。図19-(a) は記録するマークが形成される期間を H, L の2値のレベルで示した概念図で、H レベルの期間に媒体上に記録マークが形成されるとする。図19-(b) は、(a) 図において H レベルで示された期間にレーザーから出射される光出力のパワーを図示した概念図であり、図中に 0 mW で示した波線を基準としてそれぞれ $P_k = 11 \text{ mW}$, $P_{b1} = 5 \text{ mW}$, $P_{b2} = 1 \text{ mW}$ の3値のパワーが高速に (P_k と P_{b2} の切り替わりは約 34 ns 毎) に切り替わる。媒体から反射した光出力の高速に変化する3値のパワーを正確に受光するには高帯域な受光素子を用いる必要があるが、高帯域な受光素子は非常に高額であり装置コストが増大する。従って、コストの増大を抑える為には低帯域の受光素子を用いる方がよく、このとき受光素子にて検出されるパワーは媒体に反射した光出力の3値のパワーをほぼ平均した値となる。ここで、温度が T_1 から T_2 に変化した際に3値のパワーを出力するのに必要な駆動電流の変化を図21に示した。図21において I_{th0} は温度 T_1 における閾値電流を、 η_0 は温度 T_1 における量子効率を表す。また、 I_{th1} は温度 T_2 における閾値電流を、 η_1 は温度 T_2 における量子効率を表す。 P_k , P_{b1} , P_{b2} は DVD-RAM を記録するために用いられる3値のパワーを示し、 I_{pk0} は温度 T_1 の時に P_k を出力するのに必要な駆動電流を、 I_{bs10} は温度 T_1 の時に P_{b1} を出力するのに必要な駆動電流を、 I

b s 2 0 は温度 T 1 の時に P b 2 を出力するのに必要な駆動電流をそれぞれ表す。また、I p k 1 は温度 T 2 の時に P k を出力するのに必要な駆動電流を、I b s 1 1 は温度 T 2 の時に P b 1 を出力するのに必要な駆動電流を、I b s 2 1 は温度 T 2 の時に P b 2 を出力するのに必要な駆動電流をそれぞれ表す。また、 $\Delta I p k$ 、 $\Delta I b s 1$ 、 $\Delta I b s 2$ は温度 T 1 から T 2 へ変化した際に各パワー値を補正するために変化させる駆動電流を表す。図 2 1 より、

$$\begin{aligned}\Delta I p k &= I p k 1 - I p k 0 \\ &= (1/\eta 1 \times P k + I t h 1) - (1/\eta 0 \times P k + I t h 0)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta I b s 1 &= I b s 1 1 - I b s 1 0 \\ &= (1/\eta 1 \times P b 1 + I t h 1) - (1/\eta 0 \times P b 1 + I t h\end{aligned}$$

0)

$$\begin{aligned}\Delta I b s 2 &= I b s 2 1 - I b s 2 0 \\ &= (1/\eta 1 \times P b 2 + I t h 1) - (1/\eta 0 \times P b 2 + I t h\end{aligned}$$

0)

の関係がある。温度 T 1 において受光素子で受光された各パワーの平均値を P 0、温度 T 2 において受光素子で受光された各パワーの平均値を P 1 とし、P 0 に対する P 1 の変化値 P 1 / P 0 を α とする。反射光による制御手段は、パワーの変化値 α を検出して変化値 α が 1 となるようにすなわちパワーの変化がなくなるようにレーザーを駆動する電流を求める。変化値 α は閾値電流の変化によるパワーの変化と量子効率の変化によるパワーの変化の両方を含んだ値である。ここで、求められた変化値 α が変化した P k、P b 1、P b 2 の各パワーをそれぞれ補正するのに必要な駆動電流の変化を表す係数であると仮定して数式を用いて以下の説明を行う。このとき $\Delta I p k$ は以下の式で表す事が出来る。

【0009】

$$\Delta I p k = \alpha \times I p k 0 - I p k 0$$

ここで、 α は逆に以下の計算式で表す事が出来る。

【0010】

$$\begin{aligned}\alpha &= P 1 / P 0 = (I p k 0 + \Delta I p k) / I p k 0 \\ &= (1/\eta 1 \times P k + I t h 1) / (1/\eta 0 \times P k + I t h 0)\end{aligned}$$

一方、 $P_k \neq P_{b1} \neq P_{b2}$ であるから

$$\begin{aligned} & (1/\eta_1 \times P_k + I_{th1}) / (1/\eta_0 \times P_k + I_{th0}) \\ & \neq (1/\eta_1 \times P_{b1} + I_{th1}) / (1/\eta_0 \times P_{b1} + I_{th0}) \\ & \neq (1/\eta_1 \times P_{b2} + I_{th1}) / (1/\eta_0 \times P_{b2} + I_{th0}) \end{aligned}$$

である。すなわち、

$$\Delta I_{bs1} \neq \alpha \times I_{bs10} - I_{bs10}$$

$$\Delta I_{bs2} \neq \alpha \times I_{bs20} - I_{bs20}$$

であり、変化値 α を係数として ΔI_{bs1} 、 ΔI_{bs2} は求められない。すなわち、変化値 α が変化した P_k 、 P_{b1} 、 P_{b2} の各パワーをそれぞれ補正するのに必要な駆動電流の変化を表す係数であるという仮定に矛盾する。これは、反射光による制御手段では受光素子で検出されたパワーの変化値を用いて、各パワーを補正するために変化させる駆動電流をそれぞれ求めることが出来ない事を意味する。従って従来の技術では、制御するパワーが複数あり、周囲温度が変化する場合、レーザーから出射される光出力のパワーが埃や指紋等によって一部吸収されて媒体を記録・再生する適正なパワーから変化した場合に誤差なく複数のパワーを制御する事が出来なかった。本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、制御するパワーが複数ある場合でも埃や指紋等によってパワーが適正パワーから変化した場合に誤差の少ないパワー制御を行うことを目的とする。

【0011】

また、媒体形成時に生じた記録トラックの幅やエッジの生成ムラ等によって反射光が媒体への記録・再生の適正パワーとは無関係に変動する場合があります。従来の技術ではその変動成分を受光素子で検出し内部の基準値との差を元に駆動電流を変化させるため、結果としてパワーを変化させてしまい、前記生成ムラによって生じた反射光の変化を検出する以前に制御していたパワーに対して誤差が生じるという問題があった。本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、媒体からの反射光が、記録・再生時の適正パワーとは無関係に変動する場合でも誤差の少ないパワー制御を行うことを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明は、反射光による制御手段と共に出射光による制御手段も併用し、I-L特性の変化を出射光による制御手段が、レーザーの出射パワーが埃や指紋等によって一部吸収されて媒体を記録・再生する適正なパワーに対して不足した場合の不足分を反射光による制御手段がそれぞれ個別に補正するように構成したもので、反射光による制御手段はレーザーから出射される光出力のパワーが媒体に到達する際に指紋や埃によって変化した事を検出して複数の制御パワーがそれぞれ媒体に記録・再生するのに最適なパワーとなるように出射光による制御手段において求められた閾値電流 I_{th} と量子効率 η の情報を元に駆動電流を個別に後述する演算で求めるようにし、かつ出射光による制御手段によるパワーの補正と反射光による制御手段によるパワーの補正動作が同時に動作しないように出射光による制御手段は反射光による制御手段より低い周期で反射光による制御手段が動作していない時に動作するようにしたものであり、周囲温度が変化しI-L特性が変化した際でも反射光による制御手段を動作させて誤差の少ないパワー制御を行えるとしたものである。反射光による制御手段における演算例を以下に示す。以下の計算式において、前述の例と同様に α は温度が T_1 から T_2 へ変化した際に受光素子で検出されるパワーの変化値、 η_1 、 I_{th1} は温度 T_2 における量子効率と閾値電流を、 P_k 、 P_{b1} 、 P_{b2} は3値のパワーを、 I_{pk1} は温度 T_2 の時に P_k を出力するのに必要な駆動電流を、 I_{bs11} は温度 T_2 の時に P_{b1} を出力するのに必要な駆動電流を、 I_{bs21} は温度 T_2 の時に P_{b2} を出力するのに必要な駆動電流をそれぞれ表す。

【0013】

$$I_{pk1} = \alpha \times 1 / \eta_1 \times P_k + I_{th1}$$

$$I_{bs11} = \alpha \times 1 / \eta_1 \times P_{b1} + I_{th1}$$

$$I_{bs21} = \alpha \times 1 / \eta_1 \times P_{b2} + I_{th1}$$

上記演算を行うことで誤差少なく P_k 、 P_{b1} 、 P_{b2} は3値のパワーを制御出来る。

【0014】

また、本発明は、媒体への記録・再生の適正パワーとは無関係に媒体形成時に生じたトラック幅やエッジの生成ムラ等の原因で生じる反射光の変動に対して、

反射光による制御手段が動作する以前に前記変動によって生じる受光素子の出力の変化値をあらかじめ記憶しておき、反射光による制御手段が動作する際に反射光の変化を検出する基準値を前記記憶した変化値に応じて補正することにより、媒体の反射率の変化等、記録・再生する適正パワーの変化以外の原因によって反射光による制御手段が駆動電流を変更しパワー制御誤差が発生することを防止したものである。

【 0 0 1 5 】

また本発明は、レーザーが出力可能な最大値をクリップする特定の電流値をあらかじめ求めておき、反射光の変化が大きい時にレーザーの駆動電流を前記特定の電流値でクリップすることで、レーザーの出力を止めることなくレーザーが破壊されることを防止したものである。

【 0 0 1 6 】

また、本発明は、媒体にデータを記録時に、レーザーの出力を照射する位置がデータの記録位置からずれた事を検出した時にレーザーから出射される光出力のパワーをデータ消去パワー以下に変更し、レーザーの出力を照射する位置がデータの記録位置に再び戻った事を検出した時にレーザーから出射される光出力のパワーを変更する以前のパワーに戻すようにしたもので、指紋や汚れによって光出力の照射位置が変化した際に隣接しているデータに対して誤記録及び誤消去が起こらないようにしたものである。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

本発明の請求項 1 記載の発明は、媒体からの反射光（または透過光）を検出する第 1 の検出手段と、レーザーの出射光を検出する第 2 の検出手段と、前記第 1 の検出手段の出力に応じてレーザーを駆動する第 1 の制御手段と、前記第 2 の検出手段の出力に応じてレーザーを駆動する第 2 の制御手段を有し、前記第 1 の制御手段が動作しているときは前記第 2 の制御手段は動作せず前記第 2 の制御手段が動作している時は前記第 1 の制御手段は動作しないようにしたことを特徴とするレーザーパワー制御方法であり、第 1 の制御手段の出力と第 2 の制御手段の出力が異なる時に互いに個別にレーザーを駆動できるという作用を有する。

【0018】

本発明の請求項2記載の発明は、第1の制御手段と第2の制御手段は交互に動作するとしたことを特徴とする請求項1記載のレーザーパワー制御方法であり、第1の制御手段は第2の制御手段が動作した結果に応じて出力を補正することが出来るという作用を有する。

【0019】

本発明の請求項3記載の発明は、第2の制御手段はデータを記録・再生しない時のみ動作するとしたことを特徴とする請求項1または2記載のレーザーパワー制御方法であり、第2の制御手段によって出力されるパワーが媒体を記録・再生する値と異なる際に媒体のデータを破損することがないという作用を有する。

【0020】

本発明の請求項4記載の発明は、媒体はデータを記録する領域がセクタに分割され、レーザーの照射位置が前記セクタ上のデータを記録・再生しないギャップ領域にあるときに第2の制御手段が動作することを特徴とする請求項3記載のレーザーパワー制御方法であり、第2の制御手段が動作するときにデータの記録が停止されるため媒体に記録するデータを破損することがないという作用を有する。

【0021】

本発明の請求項5記載の発明は、第1の制御手段は第2の制御手段の出力に基づいて動作するとしたことを特徴とする請求項1または4記載のレーザーパワー制御方法であり、第1の制御手段の出力と第2の制御手段の出力が切り替わるときにレーザーから出力されるパワーが大きく変化することがないという作用を有する。

【0022】

本発明の請求項6記載の発明は、第1の制御手段は、第1の制御手段が非動作のときの第1の検出手段の出力を基準値として検出した反射光（または透過光）変化に基づいて動作することを特徴とする請求項1，2または5記載のレーザーパワー制御方法であり、第2の制御手段によって生じるレーザーの出力の変化に影響無く基準値を求めることが出来るという作用を有する。

【0023】

本発明の請求項7記載の発明は、媒体に傷や汚れ等のディフェクトが付着している事を検出するディフェクト検出手段を有し、前記ディフェクト検出手段がディフェクトを検出していない時に基準値を求める事を特徴とする請求項6記載のレーザーパワー制御方法であり、基準値を求める際に誤差を少なく出来るという作用を有する。

【0024】

本発明の請求項8記載の発明は、ディフェクト検出手段は、第1の制御手段を非動作にした時の所定期間の第1の検出手段の出力に応じてディフェクトの有無を検出することを特徴とする請求項7記載のレーザーパワー制御方法であり、請求項1記載の構成要素のみで請求項7記載の発明を実現出来るという作用を有する。

【0025】

本発明の請求項9記載の発明は、ディフェクト検出手段は、所定期間の第1の検出手段の出力が特定の値以下のときにディフェクトが付着していることを検出するとしたことを特徴とする請求項8記載のレーザーパワー制御方法であり、請求項1記載の構成要素のみで請求項7記載の発明を実現出来るという作用を有する。

【0026】

本発明の請求項10記載の発明は、第1の制御手段の出力は、第2の制御手段の動作中と第1の制御手段の動作中とに分けて求められることを特徴とする請求項1, 2, 5または9記載のレーザーパワー制御方法であり、第1の制御手段を構成するプロセッサの動作速度が遅い場合に1回の演算時間を短く出来るという作用を有する。

【0027】

本発明の請求項11記載の発明は、第2の制御手段の動作中は第1の検出手段の出力に依存しない計算を行うことを特徴とする請求項10記載のレーザーパワー制御方法であり、第1の制御手段を構成するプロセッサの動作速度が遅い場合に1回の演算時間を短く出来るという作用を有する。

【0028】

本発明の請求項 1 2 記載の発明は、第 2 の制御手段はレーザーの注入電流－光出力特性に相当する I－L 特性を求め、第 1 の制御手段は求められた前記 I－L 特性に応じてレーザーを駆動することを特徴とする請求項 1, 2, 5, 9 または 1 1 記載のレーザーパワー制御方法であり、周囲温度に応じて I－L 特性が変化した際でも媒体からの反射光（または透過光）に応じて複数のパワーを誤差少なく制御出来るという作用を有する。

【0029】

本発明の請求項 1 3 記載の発明は、I－L 特性はレーザーの閾値電流と量子効率を表す値としたことを特徴とする請求項 1 2 記載のレーザーパワー制御方法であり、I－L 特性を表すパラメータを 2 つに特定出来るという作用を有する。

【0030】

本発明の請求項 1 4 記載の発明は、第 2 の制御手段の出力は 2 値以上あり、前記 2 値以上の出力でレーザーを駆動している時の第 2 の検出手段のそれぞれ 2 値以上の出力に応じて閾値電流と量子効率を表す値を求めるとしたことを特徴とする請求項 1 3 記載のレーザーパワー制御方法であり、I－L 特性を平易な計算で求めることができるという作用を有する。

【0031】

本発明の請求項 1 5 記載の発明は、媒体からの反射光（または透過光）を検出する検出手段と、前記検出手段の出力に応じてレーザーを駆動する制御手段を有し、制御手段の出力に応じて検出手段の出力を補正することを特徴とするレーザーパワー制御方法であり、制御手段が動作することによって変化したレーザーの出力の変化を検出手段で検出してしまうことを防止出来るという作用を有する。

【0032】

本発明の請求項 1 6 記載の発明は、検出手段の出力を補正する際は検出手段が媒体からの反射光（または透過光）を検出するのに要する時間だけ補正開始を遅らせることを特徴とする請求項 1 5 記載のレーザーパワー制御方法であり、正確な補正が出来るという作用を有する。

【0033】

本発明の請求項 1 7 記載の発明は、低域通過フィルタの遅れ時間を用いて補正開始を遅らせることを特徴とする請求項 1 6 記載のレーザーパワー制御方法であり、平易な構成で請求項 1 6 記載の発明を実現出来るという作用を有する。

【 0 0 3 4 】

本発明の請求項 1 8 記載の発明は、制御手段はレーザーの注入電流－光出力特性に相当する I－L 特性に応じてレーザーを駆動することを特徴とする請求項 1 5 記載のレーザーパワー制御方法であり、周囲温度が変化しても誤差少なく媒体からの反射光（または透過光）を用いて制御出来るという作用を有する。

【 0 0 3 5 】

本発明の請求項 1 9 記載の発明は、制御手段の出力はあらかじめ計算済みの複数のテーブルデータを検出手段の出力に応じて選択することで行うことを特徴とする請求項 1 5 記載のレーザーパワー制御方法であり、制御手段を構成するプロセッサの演算処理時間を短縮出来るという作用を有する。

【 0 0 3 6 】

本発明の請求項 2 0 記載の発明は、テーブルデータは制御手段の出力を示す第 1 のテーブルデータと検出手段の出力の補正を示す第 2 のテーブルデータからなることを特徴とする請求項 1 9 記載のレーザーパワー制御方法であり、制御手段を構成するプロセッサの演算処理時間を短縮出来るという作用を有する。

【 0 0 3 7 】

本発明の請求項 2 1 記載の発明は、第 1 のテーブルデータの語長が有限の為切り捨てられて発生する誤差に対応して第 2 のテーブルデータは修正されたものからなることを特徴とする請求項 2 0 記載のレーザーパワー制御方法であり、誤差の少ない補正が出来るという作用を有する。

【 0 0 3 8 】

本発明の請求項 2 2 記載の発明は、媒体からの反射光（または透過光）を検出する検出手段と、前記検出手段の出力に応じてレーザーを駆動する制御手段を有し、レーザーの出力が発光限界を越える時に出力される前記検出手段の出力の最大値をあらかじめ求めておき、前記検出手段の出力を前記最大値でクリップすることにより制御手段の出力を制限することを特徴とするレーザーパワー制御方法

であり、レーザーの出力を止めることなくレーザーの破壊を防止出来るという作用を有する。

【0039】

本発明の請求項 2 3 記載の発明は、制御手段の出力はあらかじめ計算済みの複数のテーブルデータを検出手段の出力に応じて選択することで求められ、検出手段の出力の最大値になる前記テーブルデータを示すアドレスをあらかじめ選択可能な最大アドレスとして求めておき、検出手段の出力が前記最大アドレス以上の時は制御手段の出力を前記最大アドレスの示すテーブルデータでクリップすることを特徴とする請求項 2 2 記載のレーザーパワー制御方法であり、請求項 2 0 記載の発明を平易な手段で実現出来るという作用を有する。

【0040】

本発明の請求項 2 4 記載の発明は、媒体からの反射光（または透過光）を検出する検出手段と、前記検出手段の出力に応じてレーザーを駆動する制御手段を有し、前記検出手段の出力の変化を特定の範囲に制限することにより制御手段の出力の変化を制限したことを特徴とするレーザーパワー制御方法であり、安定したデータの再生を行えるように記録出来るという作用を有する。

【0041】

本発明の請求項 2 5 記載の発明は、制御手段の出力はあらかじめ計算済みの複数のテーブルデータを検出手段の出力に応じて選択することで求められ、選択された前記テーブルデータを示すアドレスから特定の範囲内のアドレスの示すテーブルデータのみ次回選択可能にすることで制御手段の出力の変化を制限したことを特徴とする請求項 2 4 記載のレーザーパワー制御方法であり、請求項 2 4 記載の発明を平易な手段で実現出来るという作用を有する。

【0042】

本発明の請求項 2 6 記載の発明は、第 1 の検出手段の出力が所定の期間特定の値を越えた時に、第 1 の検出手段の出力が前記特定の値を越えないように第 2 の制御手段の出力を変更することを特徴とする請求項 1 記載のレーザーパワー制御方法であり、媒体を記録・再生する適正パワーが変化した際に第 2 の制御手段を動作させて補正出来るという作用を有する。

【 0 0 4 3 】

本発明の請求項 2 7 記載の発明は、媒体は光ディスクであり、所定の期間は前記光ディスクの 1 回転に要する時間の整数倍の時間としたことを特徴とする請求項 2 6 記載のレーザーパワー制御方法であり、媒体を記録・再生する適正パワーが変化したことを検出出来るという作用を有する。

【 0 0 4 4 】

本発明の請求項 2 8 記載の発明は、媒体はデータを記録する領域がセクタに分割され、前記セクタ上のデータを識別するためのアドレスが記録されているアドレス領域にレーザーの照射位置があるときに第 1 の制御手段の動作を停止することを特徴とする請求項 1 記載のレーザーパワー制御方法であり、アドレス再生中に第 1 の制御手段が動作して再生パワーが変化するのを防止するという作用を有する。

【 0 0 4 5 】

本発明の請求項 2 9 記載の発明は、レーザーの照射位置がアドレス領域にあるときにレーザーの出力がアドレスを再生するのに適したものになるように第 2 の制御手段の出力を切り替えることを特徴とする請求項 2 8 記載のレーザーパワー制御方法であり、レーザーの照射位置がアドレス領域に有る以前の第 1 の制御手段の出力に対しアドレスの再生を独立して行うことが出来るという作用を有する。

【 0 0 4 6 】

本発明の請求項 3 0 記載の発明は、停止した第 1 の制御手段を再度動作させる時は、停止する直前の第 1 の制御手段の出力に基づいて動作させることを特徴とする請求項 2 8 または 2 9 記載のレーザーパワー制御方法であり、レーザーの出力が媒体を記録・再生する最適パワーへの復帰するのを早めるという作用を有する。

【 0 0 4 7 】

本発明の請求項 3 1 記載の発明は、第 1 の制御手段の出力はあらかじめ計算済みの複数のテーブルデータを第 1 の検出手段の出力に応じて選択することで求められ、停止した第 1 の制御手段を再度動作させる時は、停止する直前に選択され

た前記テーブルデータを再び選択することを特徴とする請求項 30 記載のレーザーパワー制御方法であり、請求項 30 記載の発明を平易な構成で実現出来るという作用を有する。

【0048】

本発明の請求項 32 記載の発明は、媒体に対するレーザーの照射位置を移動させる移動手段を有し、前記移動手段によってレーザーの照射位置が移動した後に第 1 の制御手段の動作を停止し第 2 の制御手段を動作させて再度基準値を求めることを特徴とする請求項 6 記載のレーザーパワー制御方法であり、アクセス時に媒体の反射光が媒体を記録・再生する適正パワーとは無関係に変動した際に第 2 の制御手段の出力の誤差を少なく出来るという作用を有する。

【0049】

本発明の請求項 33 記載の発明は、基準値を格納するメモリを有し、第 1 の制御手段の動作を開始する以前に第 2 の制御手段と移動手段を動作させ、媒体上の複数の位置毎に基準値を求め前記メモリに蓄積し、第 1 の制御手段が動作中にレーザーの照射位置が移動した時は前記メモリに蓄積された値に基づいて再度基準値を求めることを特徴とする請求項 32 記載のレーザーパワー制御方法であり、第 1 の制御手段が停止している時間が短くなることにより再度基準値を求める事によるアクセス時間の増加を防ぐという作用を有する。

【0050】

本発明の請求項 34 記載の発明は、第 1 の制御手段の動作を開始する以前に、再生中の第 1 の検出手段の出力値 1 と記録中の第 1 の検出手段の出力値 2 をメモリに蓄積し、第 1 の制御手段が動作中にレーザーの照射位置を移動させた時は記録を行う以前の再生中の第 1 の検出手段の出力値 3 とメモリに蓄積している出力値 1 に基づいて出力値 2 を補正して再度基準値を求めることを特徴とする請求項 33 記載のレーザーパワー制御方法であり、記録を伴うアクセスにおいて基準値の補正によるアクセス時間の増加を減らす事が出来るという作用を有する。

【0051】

本発明の請求項 35 記載の発明は、出力値 2 を補正するには出力値 3 を出力値 1 で除算した結果を出力値 2 に乗算することで行うことを特徴とする請求項 34

記載のレーザーパワー制御方法であり、平易な演算で補正出来るという作用を有する。

【 0 0 5 2 】

本発明の請求項 3 6 記載の発明は、媒体上で以前にデータを記録済みの領域にレーザーの照射位置があることを検出する記録部検出手段を有し、出力値 1 とはデータ記録済みの位置での第 1 の検出手段の出力値 A と以前にデータを記録していない未記録の位置での第 1 の検出手段の出力値 B のいずれかの値を示し、前記記録部検出手段の出力に応じて前記出力値 A と前記出力値 B を切り替えて用いることを特徴とする請求項 3 4 または 3 5 記載のレーザーパワー制御方法であり、再生中の第 1 の検出手段の出力の誤差を少なくすることが出来るという作用を有する。

【 0 0 5 3 】

本発明の請求項 3 7 記載の発明は、記録部検出手段は、媒体に記録されている情報を再生した信号の振幅を検出する振幅検出部を有し、前記振幅検出部の出力が特定の値を越えたときにレーザーの照射位置がデータを記録済みの領域にあることを検出するとしたことを特徴とする請求項 3 6 記載のレーザーパワー制御方法であり、請求項 3 6 記載の発明を平易な手段で実現出来るという作用を有する。

【 0 0 5 4 】

本発明の請求項 3 8 記載の発明は、第 2 の制御手段が駆動しているレーザーの出力が変化した際に、前記変化した値に応じて基準値を変化させることを特徴とする請求項 6 記載のレーザーパワー制御方法であり、第 2 の制御手段の出力変化を第 1 の検出手段で検出することを防止するという作用を有する。

【 0 0 5 5 】

本発明の請求項 3 9 記載の発明は、レーザーの出射光が媒体上を走査する速度が変化した時に第 2 の制御手段によって駆動されるレーザーの出力を変化させることを特徴とする請求項 3 8 記載のレーザーパワー制御方法であり、第 1 の制御手段を有する場合においてアクセス時間を短く出来るという作用を有する。

【 0 0 5 6 】

本発明の請求項 4 0 記載の発明は、レーザーを駆動する制御手段を有し、前記制御手段は媒体上のレーザーの照射位置が記録位置から変化したときにレーザーの出力を特定の値以下にし、レーザーの照射位置が前記記録位置に復帰した際はレーザーの出力を以前のものに帰すことを特徴とするレーザーパワー制御方法であり、隣接している記録領域のデータに対する誤消去や誤記録を防止するという作用を有する。

【 0 0 5 7 】

本発明の請求項 4 1 記載の発明は、特定の値以下とは、媒体に記録されているデータを消去するのに適したパワー以下であるとしたことを特徴とする請求項 4 0 記載のレーザーパワー制御方法であり、隣接している記録領域のデータに対する誤消去や誤記録を防止するという作用を有する。

【 0 0 5 8 】

本発明の請求項 4 2 記載の発明は、媒体からの反射光（または透過光）を検出する第 1 の検出手段と、レーザーの出射光を検出する第 2 の検出手段を有し、制御手段は前記第 1 の検出手段の出力に応じてレーザーを駆動する第 1 の制御手段と前記第 2 の検出手段の出力に応じてレーザーを駆動する第 2 の制御手段からなり、媒体上のレーザーの照射位置が記録位置から変化したときに特定の値以下にするのは第 2 の制御手段による出力としこのとき第 1 の制御手段の動作を停止しレーザーの照射位置が前記記録位置に復帰した際は第 2 の制御手段で駆動されるレーザーの出力を以前のものに返し再び第 1 の制御手段を動作させることを特徴とする請求項 4 0 または 4 1 記載のレーザーパワー制御方法であり、第 2 の制御手段の出力が変化した際に第 1 の検出手段の出力が変化し、第 1 の制御手段が誤動作しないように出来るという作用を有する。

【 0 0 5 9 】

本発明の請求項 4 3 記載の発明は、媒体上のレーザーの照射位置が記録位置に復帰した時から所定の期間遅らせた後に再び第 1 の制御手段を動作させるとしたことを特徴とする請求項 4 2 記載のレーザーパワー制御方法であり、基準値が安定するまで待つことにより第 1 の制御手段が誤動作しないように出来るという作用を有する。

【0060】

本発明の請求項44記載の発明は、請求項1から43いずれか1項に記載のレーザーパワー制御方法を使用したことを特徴とするレーザーパワー制御装置であり、媒体に埃や指紋等の汚れが付着した場合でも正確にデータを記録出来るという作用を有する。

【0061】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1の光ディスク装置を示すブロック図である。図1において、ピックアップ2は、その内部構成としてレーザー1やレーザー1から出力される光ビームを受光してそのパワーを電気信号に変換する前光検出器4や、レーザー1から出力されディスク3に反射した光ビームを受光してそのパワーを電気信号に変換するフォトディテクタ6を搭載し、後述するサーボマイコン17から入力される制御指令に基づいてディスク3の半径方向に移動することが可能な移送台に取り付けられており、図1に記載しない対物レンズを通してレーザー1から出力される光ビームをディスク3に形成されているトラックに集光させる動作を行う。ディスク3はデータを記録可能な光ディスクであり、レーザー1から出力される光ビームのパワーに応じてデータが記録される。また、ディスク3はデータが記録される領域がセクタ単位で分割されており、各セクタの先頭にはセクタを識別する為のアドレスが記録されてる。前光検出器4は受光した光ビームのパワーを電気信号に変換してA/D変換器7に出力する。A/D変換器7は前光検出器4から入力された信号をアナログ・デジタル変換して出射光制御部8に入力する。詳細な動作は後述するが、出射光制御部8はA/D変換器7を通して入力される前光検出器4の出力に応じて、レーザー1から出力される光ビームのパワーが内部に保有しているメモリに蓄積されているディスク3を記録・再生するのに用いる4値のパワー P_k , P_{b1} , P_{b2} , P_r の各値になるように、それぞれレーザー1を駆動する電流 I_{pk} , I_{bs1} , I_{bs2} , I_{rd} を求めスイッチ9の一方の入力端子に出力し、かつレーザー1の閾値電流 I_{th} と量子効率 η の値を求めて後述する反射光制御部12に出力する。また、出射光制御部8内部に保有するメモリに蓄積される値は後述するサーボマイコン17から

設定可能になっている。フォトディテクタ 6 は、2 分割構造となっており、それぞれの出力は共に差動増幅器 2 0 と加算器 2 1 に入力される。加算器 2 1 は入力された 2 信号を加算して出力する。加算器 2 1 の出力はディスク 3 に記録されている情報を表す R F 信号であり、後述する信号処理部 2 2 とサーボマイコン 1 7 に入力される。また、差動増幅器 2 0 は入力された 2 信号の差動をとって出力する。差動増幅器 2 0 から出力された信号はトラッキングエラー信号であり、サーボマイコン 1 7 と、ウォブル振幅検出器 1 0 に入力される。ウォブル振幅検出器 1 0 は、差動増幅器 2 0 から入力された信号からディスク 3 のトラックが特定の周波数で変動（ウォブル）している成分を抽出しその振幅を示す信号を A/D 変換器 1 1 に出力する。ウォブル振幅検出器 1 0 の動作については詳細に後述する。A/D 変換器 1 1 はウォブル振幅検出器 1 0 から入力された信号をアナログ・デジタル変換して反射光制御部 1 2 へ出力する。詳細な動作は後述するが、反射光制御部 1 2 は出射光制御部 8 から入力された閾値電流 I_{th} と量子効率 η のそれぞれの値に基づいて、A/D 変換器 1 1 を通して入力されるウォブル振幅検出器 1 0 の出力が図 1 に記載しない内部のアンプから出力される値に対して変動した値を検出してレーザー 1 を駆動する電流 I_{pk} , I_{bs1} , I_{bs2} の値を求めスイッチ 9 のもう一方の入力端子に出力する。前記アンプについては詳細に後述する。また、前記アンプの出力はサーボマイコン 1 7 に入力され、サーボマイコン 1 7 は前記アンプから入力された情報に応じて前記アンプの増幅率を変更させる値を反射光制御部 1 2 に出力する。スイッチ 9 は、コントロール端子の H, L 2 値の入力に応じて出射光制御部 8 と反射光制御部 1 2 の出力を択一的に切り替え、記録波形生成部 1 3 に出力する。記録波形生成部 1 3 は記録情報生成部 1 9 から入力される制御信号とゲート発生器 1 5 から入力されるゲート信号に基づき、スイッチ 9 を通して入力される I_{pk} , I_{bs1} , I_{bs2} , I_{rd} の 4 値の駆動電流値を切り替えて駆動部 1 4 に出力する。駆動部 1 4 は入力された電流値に基づいてレーザー 1 を駆動する。信号処理部 2 2 は、フォトディテクタ 6 から入力された R F 信号を基にディスク 3 に記録されているデータを再生する回路であり、ディスク 3 のセクタを識別するアドレスを再生してサーボマイコン 1 7 とゲート発生器 1 5 に出力する。ゲート発生器 1 5 は、記録・再生に用いる基準

クロック（DVD-RAMディスクの場合29.2MHz）のエッジ数をカウントして光ビームのセクタ内の位置を検出し、前記検出した位置と信号処理部22から入力されるアドレスに応じて2種類のゲート信号を出力する。2種類のゲート信号の詳細は図6を用いて後述するが、1つは光ビームがデータを記録するセクタ内のアドレスの記録された領域以外に位置しているときにHとなるライトゲートであり、もう1つは光ビームがセクタ内でデータを記録可能な領域に位置している時にHとなるデータゲートである。ライトゲートは出射光制御部8と反射光制御部12とサーボマイコン17と論理積回路16と記録波形生成部13に入力され、データゲートは反射光制御部12と論理積回路16に入力される。論理積回路16はライトゲートとデータゲートとサーボマイコン17の出力信号の論理積をとった信号をスイッチ9のコントロール端子に出力する。サーボマイコン17は、前述したトラッキングエラー信号や図1に記載しないフォーカスエラー信号を入力してフォーカシング制御やトラッキング制御を行い、また、コントロールマイコン18から入力される指令に応じてディスク3の半径方向にピックアップ2を移動させる制御信号をピックアップ2に出力し光ビームの位置を移動させる検索制御、モータ5からディスク3の回転速度情報が入力され、入力された情報に基づいてモータ5を駆動してディスク3を所定の速度で回転させるスピンドルモータ制御等を行うものである。その動作の説明は光ディスク装置において一般的なので省略する。また、サーボマイコン17は前述したように反射光制御部12内部のアンプの出力と、フォトディテクタ6から入力されるRF信号や、信号処理部22から入力されるアドレス、ゲート発生器15から入力されるライトゲートに応じて、出射光制御部8内部のメモリに設定する値を出射光制御部8に出力し、また反射光制御部12内部のアンプの増幅率を切り替える値を反射光制御部12に出力する。また、論理積回路16の出力を強制的にLレベルとする後述する強制停止信号を論理積回路16に出力する。サーボマイコン17が動作することによって発揮される機能については詳細に後述する。コントロールマイコン18は、サーボマイコン17に対してピックアップ2を移動させる指令を出力し、また記録情報生成部19にディスク3に記録するデータを送信する。記録情報生成部19は、コントロールマイコン18から送信された記録データに基づ

いて、ディスク 3 に記録する記録マークを形成する為に、スイッチ 9 を通して出力される I_{pk} , I_{bs1} , I_{bs2} の 3 値の駆動電流値を記録波形生成部 13 で切り替えるタイミングと選択する電流を指示する制御信号を記録波形生成部 13 に出力する。図 16 に記録情報生成部 19 が出力する制御信号と記録波形生成部 13 で切り替わって選択される電流値の関係を示した。図 16-(a) はディスク 3 に記録するマークが形成される期間を H, L の 2 値のレベルで示した概念図で、H レベルの期間にディスク 3 に記録マークが形成されるとする。図 16-(b) は、(a) 図において H レベルで示された期間にレーザー 1 から出力される光ビームのパワーを図示した概念図であり、図中に 0 mW で示した波線を基準としてそれぞれ $P_k = 11 \text{ mW}$, $P_{b1} = 5.5 \text{ mW}$, $P_{b2} = 1 \text{ mW}$ の 3 値のパワーが出力される。図 16-(c) はレーザー 1 から出力される光ビームのパワーが (b) 図に示したものになるように記録情報生成部 19 が記録波形生成部 13 に対して I_{pk} , I_{bs1} , I_{bs2} の各電流を切り替えるタイミングと選択される電流を示した制御信号を示し、それぞれ C_{pk} , C_{bs1} , C_{bs2} で示した制御信号が H レベルとなっている期間に I_{pk} , I_{bs1} , I_{bs2} の対応する電流が選択される。尚、(c) 図に示した C_{pk} , C_{bs1} , C_{bs2} の各信号のレベルが切り替わるのは非常に高速であり、特に C_{pk} と C_{bs2} の H レベルが切り替わるタイミングは約 34 ns 毎となる。ここで、前光検出器 4 は約 500 ns 単位で 1 値のパワーを電気信号に変換する事が可能な受光素子であり、従って記録マーク形成中にレーザー 1 から出力される光ビームの 3 値のパワーをそれぞれ識別する事が出来ない。また、フォトディテクタ 6 も同様にディスク 3 で反射される 3 値のパワーをそれぞれ識別する事が出来ず、その出力は 3 値のパワーを略略平均したものとなる。

【0062】

次に、出射光制御部 8 の構成を図 2 を用いて説明する。メモリ 23 はレーザー 1 から出力させる光ビームの 4 値のパワー P_k , P_{b1} , P_{b2} , P_r の値をそれぞれ格納するメモリであり、その値はサーボマイコン 17 より設定可能である。メモリ 23 に格納されている値はデジタル信号処理回路 24 から読みとり可能なように構成されている。また、図 3 を用いて後述する反射光制御部 12 のデジ

タル信号処理回路 33 から読みとり可能に構成されている。レーザー 1 は周囲温度等の変化に応じてその特性が変化し、閾値電流や量子効率が変化するため入力された駆動電流に対して出力される光ビームのパワーはメモリ 23 に設定されている P_k , P_{b1} , P_{b2} , P_r の値から変化する。デジタル信号処理回路 24 は、ゲート発生器 15 よりライトゲートが入力されライトゲートのレベルが H レベルの時に A/D 変換器 7 の出力から閾値電流 I_{th} と量子効率 η の値を演算して求めて反射光制御部 12 に出力し、かつ光ビームのパワーがメモリ 23 に設定されている P_k , P_{b1} , P_{b2} の値と等しくなるように I_{pk} , I_{bs1} , I_{bs2} の値をそれぞれ求めてスイッチ 9 に出力する。ライトゲートのレベルが L レベルの時は、A/D 変換器 7 の出力から光ビームのパワーがメモリ 23 に設定されている P_r の値と等しくなるように I_{rd} の値を求めてスイッチ 9 に出力する。尚、以後の説明では、ピックアップ 2 内部に搭載される図 1 に記載しないレンズ等を通過する際に生じるパワーの損失も前述の量子効率 η に含めるとする。

【0063】

次に、反射光制御部 12 の動作について説明する。図 3 に反射光制御部 12 の構成を示す。ローパスフィルタ 31 は A/D 変換器 11 の出力が入力され、その出力は増幅率が可変のアンプ 34 に入力される。アンプ 34 はデジタル信号処理回路 33 によってその増幅率が設定できるように構成されており、入力された信号を設定された増幅率で増幅してサーボマイコン 17 と変化率検出回路 32 に出力する。変化率検出回路 32 は、A/D 変換器 11 の出力とアンプ 34 の出力が入力され、アンプ 34 の出力を基準として A/D 変換器 11 の出力をアンプ 34 の出力で除算した値をデジタル信号処理回路 33 へ出力する。デジタル信号処理回路 33 は、ゲート発生器 15 よりライトゲートとデータゲートが入力され、ライトゲートとデータゲート H レベルの時に変化率検出回路 32 の出力に応じて I_{pk} , I_{bs1} , I_{bs2} を求めてスイッチ 9 へ出力する。この時、 I_{pk} , I_{bs1} , I_{bs2} は出射光制御部 8 から入力される η , I_{th} と、メモリ 23 に設定されている P_k , P_{b1} , P_{b2} の値を用いて演算される。また、サーボマイコン 17 から入力されるアンプ 34 の増幅率を変化させる情報が入力されてお

り、その情報に基づいてアンプ 3 4 の増幅率を変化させる。また、デジタル信号処理回路 3 3 は、内部で演算した結果の一部をデジタルフィルタ 3 5 に出力し、デジタルフィルタ 3 5 は入力された値を特定の時間遅らせて再びデジタル信号処理回路 3 3 に出力する。以後、各構成要素の詳細な動作については後述する。

【 0 0 6 4 】

次に図 1 7 を用いてウォブル振幅検出器 1 0 の構成について説明する。レーザー 1 から出力されディスク 3 で反射した光ビームを 2 分割構造のフォトディテクタ 6 で受光した際のパワーをそれぞれ電気信号に変換して差動増幅器 2 0 に出力する。差動増幅器 2 0 は入力された 2 つの信号の差動をとってバンドパスフィルタ 4 1 に出力し、バンドパスフィルタ 4 1 は入力された信号の特定の周波数のみ取り出して出力する。バンドパスフィルタ 4 1 の出力は、エンベロープ検出回路 4 2 に入力され、入力信号のエンベロープが取られ出力される。差動増幅器 2 0 の出力は、光ディスク装置で一般的なトラッキング制御を行う時のトラッキングエラー信号 (TE) である。DVD-RAM 等のディスクは、半径方向に一定の周波数でトラックが蛇行して形成されており、従って、差動増幅器 2 0 の出力にはトラックの蛇行すなわちウォブルによる変動が含まれる。差動増幅器 2 0 の出力はバンドパスフィルタ 4 1 にて前記トラックの蛇行によって生じる周波数成分 (DVD-RAM ディスクの場合で 1 5 7 k H z) のみ抽出される。エンベロープ検出回路 4 2 において出力される信号はバンドパスフィルタ 4 1 の出力の振幅となる。すなわちウォブルによる変動成分の振幅であり、以後の説明ではエンベロープ検出回路 4 2 の出力をウォブル振幅と称す。

【 0 0 6 5 】

ここで、ディスク 3 に埃や指紋等の汚れ (以後ディフェクトと総称する) が付着すると、レーザー 1 から出力される光ビームのパワーに対して情報記録面に到達するパワーがディフェクトに一部吸収されて不足するため、フォトディテクタ 6 で受光する光ビームのパワーが不足する。その結果ウォブル振幅が変化する。デジタル信号処理回路 3 3 はこの変化に応じて、情報記録面に到達するパワーが媒体上に記録マークを形成するのに最適なパワーとなるように、 I_{pk} 、 I_{bs1} 、 I_{bs2} を求めてスイッチ 9 へ出力する。図 4 に、ウォブル振幅の変化を変

化率検出回路 3 2 で検出する動作を示した。図 4 - (a) は横軸を時間、縦軸を電圧で示した際のバンドパスフィルタ 4 1 において抽出された 1 5 7 k H z の周波数の信号を示す。図 4 - (b) は、(a) 図に示す波形の信号が入力された際のエンベロープ検出回路 4 2 から出力されるのウォブル振幅の波形を示す。時間 t_1 から t_2 の間に光ビームがディフェクト上を通過した際、ウォブル振幅が減少する。一方、トラックの幅やトラックを形成する溝のエッジ角度はディスク 3 生成時に多少ばらつき、ディスク 3 に形成されたトラックの蛇行成分から生成されるウォブル振幅は、前記ばらつきにより変動する。このウォブル振幅の変動はディスク 3 に記録マークを形成する際の適正パワーとは無関係な要素である。以後、この変動のうちトラックを光ビームが走査している最中に発生する変動を周方向変動と呼び、光ビームがディスク 3 の半径方向に移動する際に検出される変動を半径方向変動と呼ぶ事にする。周方向変動はディスク 3 が 1 回転すると元の値に戻るような周期で変動する。つまり、ディスク 3 の回転周波数で変動する。ウォブル振幅の変化を検出する為の基準値としては、この周波数の変動に追従しディフェクト等による変動周波数には追従しないようにする必要がある。そのため、ウォブル振幅の変化を検出する為の基準値として、ディスク 3 回転周波数の帯域を通過するローパスフィルタ 3 1 の出力を利用する。ローパスフィルタ 3 1 の出力を前記基準値として用いると、前記基準値はウォブル振幅の面内変動に追従しディフェクト等による変動には追従しない為、ディフェクト等によるウォブル振幅の変動のみ検出する事が出来る。DVD-RAMディスクの場合、ディスク 3 の回転周波数は約 1 5 H z ~ 3 8 H z であり、ディフェクトによるウォブル振幅の変動周波数は数 1 0 0 H z から数 1 0 k H z であるので、ローパスフィルタ 3 1 のカットオフ周波数としては 5 0 H z ~ 1 0 0 H z 付近を用いる。次に、DVD-RAMディスクのような書き換え型光ディスクでは、情報を記録する際に、記録していたトラックから別のトラックへパワー照射位置を移動する検索動作を伴いながら記録動作を行う事が有る。検索動作直後に記録しようとした際、検索する直前のウォブル振幅と検索直後のウォブル振幅は前述のウォブル振幅の半径方向変動によって差が生じる。この差はフォトディテクタ 6 で受光するパワーの差として現れるが、ローパスフィルタ 3 1 の帯域よりもはるかに高い周波数

で変化してしまうためディフェクトによって発生したウォブル振幅の変化と区別がつかず、反射光制御部 1 2 で制御されるパワーに誤差が発生する可能性が有る。この問題を防ぐ為に、デジタル信号処理回路 3 3 はサーボマイコン 1 7 から入力された情報を元に検索直前と直後でアンプ 3 4 の増幅率を変化させ、アンプ 3 4 の出力を一定に保つように動作する。また、ウォブル振幅はディスク 3 に照射されるパワーに応じて変化するため、出射光制御部 8 及び反射光制御部 1 2 の動作の結果出力される光ビームのパワーが変化する周波数がローパスフィルタ 3 1 の帯域を越えている場合、同様にアンプ 3 4 の出力を一定に保つようにパワーが変化する前と後でアンプ 3 4 の増幅率を補正する必要がある。出射光制御部 8 のメモリ 2 3 に設定されている値が変化した際は、サーボマイコン 1 7 によって設定値を変化させた割合を元にアンプ 3 4 の増幅率を変化させることによってこの補正を行う。以上、記録マークを形成する最適なパワーの変化とは無関係な要素でウォブル振幅が変動する成分はローパスフィルタ 3 1 とアンプ 3 4 を組み合わせて動作させる事により吸収する事が出来、変化率検出回路 3 2 ではディフェクトによるウォブル振幅の変動のみ検出する事が可能である。図 4 を用いて具体的に説明する。図 4 - (c) の波形 1 は (b) 図に示される波形の信号が入力された際の A/D 変換器 1 1 の出力を示し、波形 2 は波形 1 の信号を入力した際のアンプ 3 4 の出力を示している。変化率検出回路 3 2 は、波形 2 で表されるアンプ 3 4 の出力を基準としてこの時の波形 1 の変化をディフェクトによって発生したウォブル振幅の変化として検出して出力する。以後、数値例を上げて補足説明をする。まず、ウォブル振幅検出器 1 0 の出力はレーザー 1 から出力されている光ビームのパワーによって変化する。すなわち装置が記録動作を行っている時と再生動作を行っている時では出力されている光ビームのパワーが異なる為、ウォブル振幅検出器 1 0 の出力が変化する。再生時は $P_r = 1 \text{ mW}$ のパワーであり、記録時は $P_k = 11 \text{ mW}$, $P_{b1} = 5.5 \text{ mW}$, $P_{b2} = 1 \text{ mW}$ のパワーが切り替わって出力された平均パワーであって、説明の簡単の為約 10 mW とすると、再生時の出力に対して記録時の出力は 10 倍異なる。ここで、ディフェクトがディスク 1 に付着していない時に記録時にウォブル振幅検出器 1 0 から出力される信号のレベルを 1 V 付近であるとする。ウォブル振幅の周方向変動によりウォ

ブル振幅検出器 10 の出力が 800 mV となったとする。この時 A/D 変換器 11 から出力される値も 800 mV を指す値となる。従って、ローパスフィルタ 31 に入力される値も 800 mV を指す値となる。周方向変動はローパスフィルタ 31 のカットオフ周波数以下であるため、ローパスフィルタ 31 の出力は 800 mV を指す値となる。アンプ 34 の増幅率を 1 倍として説明すると変化率検出回路 32 の出力は $800 / 800 = 1$ となり、変化が検出されない。これに対し、ディフェクトが付着している領域を光ビームが通過することによりウォブル振幅検出器 10 の出力が 560 mV となったとする。ローパスフィルタ 31 はこの変化に追従出来ないため、800 mV を指す値を出力している。従って、変化率検出回路 32 の出力は $560 / 800 = 0.7$ となり、ディフェクトにより 30% ウォブル振幅が減少した事を検出できる。アンプ 34 の増幅率に対する具体的な数値を上げての説明は後述する。

【0066】

続いて、ゲート発生器 15 の動作を詳細に説明する。図 6 - (a) は、ディスク 3 の回転によって光ビームがトラックに沿って移動している様子を模式的に表したものである。トラックはセクタ単位で等分に分割されて形成されており、セクタ先頭にそのセクタを識別する為のアドレスが記録されている Header 領域がある。その後、再生するデータが存在せず、データを記録する事もない領域である Gap 領域があり、続いてデータを記録する領域の Data 領域が有る。ゲート発生器 15 は、入力されるアドレスから現在光ビームが通過中のセクタが記録を行うセクタである事を識別し、Gap 領域先頭で H レベルとなるライトゲートを出力する。ライトゲートは次セクタの Header 領域先頭に光ビームが到達する直前まで H レベルとなり、Header 領域では再び L レベルとなる。図 6 に記す縦に示す波線は (a) 図に示される領域に光ビームが位置しているときの時間の同期を示し、図 6 - (b) は (a) 図に示される領域に光ビームが存在する際に出力されるライトゲートの出力を示す。また、ゲート発生器 15 は、記録を行うセクタ記録を行わないセクタに関わらず、光ビームが Data 領域を通過中は H レベルとなり、それ以外は L レベルとなるデータゲートを出力する。図 6 - (c) に、(a) 図に示される領域に光ビームが位置している際に出力さ

れるデータゲートの動作タイミングを示す。尚、図 6 - (d) については後述する。

【0067】

次に、論理積回路 1 6 の動作を説明する。論理積回路 1 6 には、ゲート発生器 1 5 から出力されるライトゲートとデータゲートとサーボマイコン 1 7 から出力される強制停止信号が入力される。サーボマイコン 1 7 から出力される強制停止信号を用いた動作については後述するが、図 1 の構成要素を有する光ディスク装置の動作開始時と光ビームが走査しているトラックを外れるオフトラックが発生した時に L レベルが出力され、それ以外で H レベルとなる。装置動作開始時とオフトラック時はサーボマイコン 1 7 の出力が L レベルとなるため、他の入力がいかなるレベルであろうと論理積回路 1 6 からは L レベルの信号が出力される。これに対し、装置動作開始時とオフトラック時以外はサーボマイコン 1 7 の出力は H レベルであり、論理積回路 1 6 の出力は他の入力の極性で決定される。前述のようにライトゲートは記録を行うセクタの Gap 領域から Data 領域で H レベルとなり、それ以外で L レベルとなる。データゲートは Data 領域で常に H レベルとなり、それ以外で L レベルとなる。従って、サーボマイコン 1 7 から出力される強制停止信号が H レベルの時、論理積回路 1 6 の出力は記録を行うセクタの Data 領域にて H となりそれ以外で L となる。

【0068】

次に、論理積回路 1 6 からの入力に応じて切り替わるスイッチ 9 の動作について図 9 を用いて説明する。まずスイッチ 9 は、コントロール端子の入力信号が H の時に反射光制御部 1 2 の出力側に切り替わり、L の時に出射光制御部 8 の出力側に切り替わる。従って、オフトラックが発生しておらず、データ記録動作中に光ビームが Data 領域に位置している時のみスイッチ 9 の入力反射光制御部 1 2 の出力側に切り替わり、それ以外で出射光制御部 8 の出力側に切り替わる。ここで、ライトゲートは記録波形生成部 1 3 に入力されており、ライトゲートが L レベルの時は記録波形生成部 1 3 において I r d の値が選択され、駆動部 1 4 に出力されるように動作する。このときレーザー 1 から出力される光ビームのパワーはディスク 3 のデータを再生する為の P r の値の示すパワーに制御される。

図 6 - (d) に示すのは、(a) 図に模式図で示したセクタ上を光ビームが通過している際に、出射光制御部 8 と反射光制御部 1 2 のどちらの出力をスイッチ 9 が選択しているかを表している。

【0069】

次に、図 1 に示した各構成要素が動作することによって発揮される機能について説明する。まず、通常に記録を行うセクタに光ビームが位置しており、Data 領域のディフェクトの存在しない領域を通過している時の動作、Data 領域に付着したディフェクト上を通過している時の動作を説明し、次にそのディフェクトが次セクタの Data 領域先頭にわたって付着していた時の動作を説明する。その後、図 1 で示した各構成要素を含む光ディスク装置が動作開始する時に行う機能と、記録マークを形成する適正パワーがローパスフィルタ 3 1 より低い帯域で変化した際の動作と、検索を伴って記録する際の動作と、記録中オフトラックが発生した際の動作について順に説明する。

【0070】

まず、記録を行うセクタに光ビームが位置しており、Data 領域のディフェクトの存在しない領域を通過している時の動作とそれに引き続きディフェクト上を通過している時の動作について図 1 0 と図 1 1 を用いて説明する。図 1 0 は出射光制御部 8 のデジタル信号処理回路 2 4 の動作を示すフローチャートであり、図 1 1 は反射光制御部 1 2 のデジタル信号処理回路 3 3 の動作を示すフローチャートである。図 1 0、図 1 1 の処理に先だって、モータ 5 は所定の回転速度でディスク 3 を回転させ、サーボマイコン 1 7 は光ビームがディスク 3 の情報記録面に合焦するようにフォーカシング制御を行い、またディスク 3 のトラックに光ビームが追従するようにトラッキング制御を行っている。まず、データを記録する目標のセクタの Header 領域手前に光ビームが位置する。その後光ビームが Header 領域先頭に位置した時、ゲート発生器 1 5 より出力されるライトゲートとデータゲートは共に L レベルであり、かつサーボマイコン 1 7 から出力される強制停止信号は H レベルであり、論理積回路 1 6 は L の信号をスイッチ 9 に出力し、スイッチ 9 はその入力を出射光制御部 8 の出力側に切り替える。記録波形生成部 1 3 はスイッチ 9 を通して入力される 4 値の駆動電流値 I_{pk} 、 I_{bs}

1, I_{bs2} , I_{rd} の中で、ライトゲートが L レベルで入力される為 I_{rd} の値を選択して駆動部 14 に出力しており、レーザー 1 から出力される光ビームのパワーは P_r の値が示す再生パワーとなっている。図 10 の A1 処理部はライトゲートの極性を検出する処理である。ライトゲートは L レベルなので A11 処理部へ移行する。A11 処理部は I_{rd} の値を求める処理であり、その動作は光ディスク装置で一般的であり詳細な記述は省略するが、A/D 変換器 7 の出力とメモリ 23 に設定されている値 P_r との差分に応じて P_r が略一定となるように I_{rd} の値を求めてスイッチ 9 へ出力し再び A1 処理部に戻る。ここで、図 11 の R1 処理部はライトゲートの極性を検出する処理である。反射光制御部 12 は、ライトゲートが L レベルであることを検出し、R1 処理部を再び実行しライトゲートが H レベルとなるのを待つ。Header 領域を再生中、信号処理部 22 は光ビームが位置するセクタを識別するアドレスをゲート発生器 15 に出力する。ゲート発生器 15 は、現在光ビームが走査中のセクタが記録を行うセクタであることを識別し、光ビームが Gap 領域先頭に位置した時にライトゲートを H レベルにする。このとき、A1 処理部においてライトゲートが H レベルで有ることを検出し、A2 処理部へ移行する。ここで I_{pk} として I_2 なる特定の値の電流、 I_{bs1} として I_1 なる特定の値の電流を出力するとする。ここで、記録波形生成部 13 は、ライトゲートが H レベルとなった事を検出した後に前光検出器 4 が光ビームのパワーを電気信号に変換するのに要する時間 500 ns 毎に I_{bs1} と I_{pk} を選択して駆動部 14 に出力する動作を行い、その後図 16 を用いて前述したように記録マーク形成の為に I_{pk} , I_{bs1} , I_{bs2} の 3 値の電流を切り替えて出力する動作を行う。 I_{bs1} の値 I_1 の電流が駆動部 14 に出力された際にレーザー 1 から出射されたパワーを P_1 , I_{pk} の値 I_2 の電流が駆動部 14 に出力された際にレーザー 1 から出射されたパワーを P_2 とする。まず A2 処理部では、 $I_{bs1} = I_1$ となる値の特定の電流値 I_1 を出力する。A3 処理部では、前光検出器 4 において出力が安定するのに要する時間 500 ns 後に受光した光ビームのパワー P_1 を A/D 変換器 7 を介して入力する。続く A4 処理部では同様に $I_{pk} = I_2$ となる特定の電流値 I_2 を出力し、A5 処理部において A3 処理部と同様に 500 ns 後に受光した光ビームのパワー P_2 を A/

D変換器7を介して入力する。以後、I1が38mAの時P1は5mWが入力され、I2が47mAの時P2は10mWとした具体的な値を例に説明する。続くA6処理部では、以下の計算式においてレーザー1の量子効率 η を求め、反射光制御部12へ出力する。

【0071】

$$\begin{aligned}\eta &= (P2 - P1) / (I2 - I1) \\ &= (10 - 5) / (47 - 38) \\ &= 0.55 \text{ (mW/mA)}\end{aligned}$$

次に、A7処理部では、以下の計算式においてレーザー1の閾値電流Ithを求め、反射光制御部12へ出力する。

【0072】

$$\begin{aligned}I_{th} &= I1 - P1 / \eta \\ &= 38 - 5 / 0.55 \\ &= 28.9 \text{ (mA)}\end{aligned}$$

続いて、A8処理部では、メモリ23に設定されているPk, Pb1, Pb2の値を読みとる。ここでは、Pk=11mW, Pb1=5.5mW, Pb2=1mWとする。

【0073】

A9処理部では、以下の計算式においてIpK, Ibs, Ibs2をそれぞれ求めて、スイッチ9に出力する。

【0074】

$$\begin{aligned}I_{pK} &= 1 / \eta \times Pk + I_{th} \\ &= 1 / 0.55 \times 11 + 28.9 \\ &= 48.9 \text{ (mA)}\end{aligned}$$

$$I_{bs1} = 1 / \eta \times Pb1 + I_{th} = 38.9 \text{ mA}$$

$$I_{bs2} = 1 / \eta \times Pb2 + I_{th} = 30.7 \text{ mA}$$

周囲温度が変化してレーザー1のI-L特性が変化しても上記演算によってIthと η が求まるので、Pk, Pb1, Pb2を出力するのに必要な駆動電流IpK, Ibs1, Ibs2を補正することが出来る。ここで、Gap領域は前述

したように、再生するデータが存在せずかつデータを記録する事もない領域である。この為、前述のように記録マークを形成するパワーとは異なる P1 及び P2 のパワーがそれぞれ 500 ns の間出力されていてもディスク 3 に記録するデータも記録されているデータも破壊する事がない。従って、前光検出器 4 に帯域の低いものを用いる事ができる。さて、光ビームが Gap 領域を通過中に、前述の P1, P2 が出力されている合計 1 μ s の期間後、前述したように記録波形生成部 13 は、記録情報生成部 19 の制御信号に応じて記録マークを形成するために新たに更新された Ipk, Ibs, Ibs2 を高速に切り替えて駆動部 14 に出力する。次に光ビームが Gap 領域に位置しているときの反射光制御部 12 の動作を説明する。R1 処理部においてライトゲートが H レベルであることが検出され、R2 処理部へ移行する。R2 処理部はデータゲートの極性を検出する処理であり、Gap 領域通過中はデータゲートが L レベルの為 RA1 処理部へ移行する。ここで、前述のように、光ビームがディフェクトを通過する際に生じるウォブル振幅の変動の周波数は数 100 Hz から数 10 kHz である。数 10 kHz の変動に対応するように制御を行う場合はデジタル信号処理回路 33 を数 100 kHz のサンプリング周波数で動作するように構成するのが望ましい。一方、通常、出射光制御部 8 は周囲温度の変化で I-L 特性が変化する周波数に追従するように動作すればよく、ゲイン交点としてはせいぜい 1~10 kHz 程度であるため、デジタル信号処理回路 24 としては 100 kHz 程度のサンプリング周波数で動作すれば十分である。光ディスク装置に本発明の機能を搭載する際にコストの増大を抑える為には、既存の装置で用いられているデジタル信号処理回路 24 を構成する低速度で動作するプロセッサを時分割で動作させる事によってデジタル信号処理回路 33 を構成するのが望ましい。従って、低速度で動作するプロセッサを使用するために、デジタル信号処理回路 33 が行う演算の中で光ビームがディフェクトを通過している最中に行う駆動電流を求める演算処理数を可能な限り少なく構成し、処理時間を短く構成する。RA1 処理部ではディフェクト通過中に行う演算の処理時間を短くするために、Gap 領域内でデジタル信号処理回路 24 によって前述の演算で求められて出力される量子効率 η を表す値を元に行う演算の一部をあらかじめ行っておくものである。具体的に説明する。後述する

方法により変化率検出回路32の出力を用いて $P_{up}(n)$ なるパワーの変化値が求められたとする。このとき I_{pk} , I_{bs1} , I_{bs2} を求めるのに必要な演算は、

$$I_{pk} = P_{up}(n) \times 1/\eta \times P_k + I_{th}$$

$$I_{bs1} = P_{up}(n) \times 1/\eta \times P_{b1} + I_{th}$$

$$I_{bs2} = P_{up}(n) \times 1/\eta \times P_{b2} + I_{th}$$

となる。ここで、 $\eta = 0.55 \text{ mW/mA}$ の時で $P_k = 10 \text{ W}$ の時に、 $1/\eta = 1.8181$ となり $1/\eta \times P_k$ の演算結果は 18.181 となる。このように、 $1/\eta = 1.8181$ の小数点以下の値の精度がそのまま演算結果の精度を決めることになる。精度を高める為には、 $1/\eta$ の除算処理結果の精度を高くする必要があるが、除算処理の出力語長が長くかつ処理時間の短い高性能プロセッサは一般に高価であり、装置コストが上昇する。RA1処理部では、語長が短く長い処理時間を必要とするプロセッサを用いる際において、 $P_{up}(n)$ に関係しない演算を先に行う。例えば P_k の場合は、 $1/\eta \times P_k$ の演算を先に行い dI_{pk} という定数としておく。以後ディフェクトを通過した際の処理は dI_{pk} に $P_{up}(n)$ を乗じて I_{th} を加算するのみで目的とする駆動電流値 I_{pk} を得る事が出来る。同様に他の P_{b1} , P_{b2} においても dI_{pb1} , dI_{pb2} を求める。ここで用いる P_k , P_{b1} , P_{b2} は出射光制御部8内部のメモリ23に設定されている値をデジタル信号処理回路33が読み出した値である。 $P_k = 11 \text{ mW}$, $P_{b1} = 5.5 \text{ mW}$, $P_{b2} = 1 \text{ mW}$ とし、 $\eta = 0.55 \text{ mW/mA}$ の場合で具体的に計算すると、

$$dI_{pk} = 1.8181 \times 11 = 19.9991 \text{ (mA)}$$

$$dI_{pb1} = 1.8181 \times 5.5 = 9.9995 \text{ (mA)}$$

$$dI_{pb2} = 1.8181 \times 1 = 1.8181 \text{ (mA)}$$

となる。RA1処理部では上記演算を行い dI_{pk} , dI_{pb1} , dI_{pb2} を求める。続いてR1処理部に戻る。

【0075】

次に、光ビームがData領域先頭に位置した後ディフェクトの存在しないData領域中に位置している時の動作をはじめに説明し、その後ディフェクトを

通過している際の動作を説明する。この時、ゲート発生器 15 はライトゲートとデータゲートの両方を H レベルで出力し、かつサーボマイコン 17 から出力される強制停止信号は H レベルの為、論理積回路 16 は H の信号をスイッチ 9 に出力し、スイッチ 9 の入力反射光制御部 12 の出力側に切り替わる。まず、出射光制御部 8 の動作を説明する。ライトゲートが H のままなので、A10 処理部において A8 処理部へ分岐し、以降前述の処理を繰り返す事で、前述した値 $I_{pk} = 48.9 \text{ mA}$, $I_{bs} = 38.9 \text{ mA}$, $I_{bs2} = 30.7 \text{ mA}$ をそのまま出力する。次に反射光制御部 12 の動作を説明する。R2 処理部においてデータゲートが H である事を検出し、R3 処理部へ移行する。以後の説明では、はじめに図 11 における各処理部毎の動作を略号を用いて説明し、その後改めて光ビームが Data 領域に位置している際の動作を具体的な数値をあげて説明する。R3 処理部では、以前に反射光制御部 12 が動作した際の光ビームのパワー変化を表す値 $P_{up}(n-1)$ と RA1 処理部で求められた dI_{pk} , dI_{pb1} , dI_{pb2} をそれぞれ乗算し、出射光制御部 8 からデジタル信号処理回路 33 へ入力される I_{th} を加算した結果 I_{pk} , I_{pb1} , I_{pb2} をそれぞれ求めてスイッチ 9 へ出力する。 $P_{up}(n-1)$ は図 11 の処理が 1 回前に動作した際に求められたパワーの変化値 $P_{up}(n)$ の値を以後行う処理で求めるものと区別する為に $P_{up}(n-1)$ と記したものであり、反射光制御部 12 が以前に動作していない場合は $P_{up}(n-1) = 1$ が初期値となる。次に、R4 処理部において出射光制御部 8 のメモリ 23 に設定された値の変化を表す値 γ と、検索前後のアンプ 34 の出力変化を表す値 β とを、それぞれ乗じた値だけアンプ 34 に設定されている増幅率を変化させる。値 γ はサーボマイコン 17 により後述する図 14 に記載する処理で求められデジタル信号処理回路 33 へ出力される値であり、値 β は同様に図 14 で後述する処理でサーボマイコン 17 で求められデジタル信号処理回路 33 へ出力される値である。続く R5 処理部では、変化率検出回路 32 からデジタル信号処理回路 33 へ入力される値と、デジタルフィルタ 35 からデジタル信号処理回路 33 へ入力される値を乗算して値 $\alpha(n)$ を得る。デジタルフィルタ 35 の出力は後述する R13 処理部で入力される値 INV_P_{up} に応じて変化する。光ビームが出力しているパワーに応じてウォブル振幅は変化するた

め、反射光制御部 1 2 が動作して出力される光ビームのパワーに応じて変化率検出回路 3 2 の出力を補正する必要がある。この値が補正值 INV_Pup である。 $\alpha(n)$ と INV_Pup の関係について詳しく説明する。まず、変化率検出回路 3 2 の出力は記録マークを形成するのに最適なパワーの変化を直接表しているわけではない。ディフェクトが存在しないときは、ディスク 3 を形成する記録材料と保護膜の材質から決定される反射率や透過率に応じて出射パワーに対するフォトディテクタ 6 にて受光されるパワーが決まるが、ディフェクトが存在した際は、ディフェクトによって一部パワーが吸収され、残りのパワーはディスク 3 の情報記録面に到達し反射される。そして再びディフェクトを通過する際に一部パワーを吸収された後フォトディテクタ 6 にて受光される。従って、フォトディテクタ 6 にて検出されるパワーは、情報記録面に到達したパワーとは、反射して戻ってくる際に吸収された分だけ異なる。すなわち、変化率検出回路 3 2 の出力と情報記録面上で最適となるべく増加させるパワーの関係は比例関係がない。ここでは、 INV_Pup で変化率検出回路 3 2 の出力を補正した後の値 $\alpha(n)$ と今回求まる情報記録面上で最適となるパワーの変化を表す値 $Pup(n)$ との関係は、 $\alpha(n)$ が $Pup(n)$ を 2 乗した値となる $\alpha(n) = Pup(n)^2$ として具体的な数字を用いて説明する。まず、ディフェクトを通過中に 10% ウォブル振幅が減少したとし、説明の簡単の為 $INV_Pup = 1$ であったとする。この時、反射率検出回路 3 2 の出力が 0.9 となり、 $INV_Pup = 1$ であるためデジタルフィルタ 3 5 の出力も 1 であり、 $\alpha(n) = 0.90$ となる。従って $Pup(n) = 1 / \sqrt{0.9} = 0.95$ となり、記録マークを形成するのに最適なパワーにするには現在のパワーを 1.05 倍に増加させる。ここで前述したようにディフェクトによって反射光のパワーが変動する周波数は数 10 kHz であり、従って反射光制御部 1 2 が動作して現在のパワーが変化する周波数も数 10 kHz である。これに対しローパスフィルタ 3 1 の帯域は 100 Hz である。パワーを 1.05 倍するとウォブル振幅も 1.05 倍されるが、この変化にローパスフィルタ 3 1 の出力は対応して動作できないので次にデジタル信号処理回路 3 3 が動作しようとした際に変化検出回路 3 2 の出力はディフェクトによって発生した減少に対して 1.05 倍したものとなる。この影響を取り除くには変

化率検出回路 32 の出力を 0.95 倍すればよい。この補正值 0.95 が次回の INV_Pup となる。ここで、 $1/\sqrt{\alpha(n)}$ の演算結果を処理能力の低いプロセッサで求めるためには長い処理時間を必要とし、数 10 kHz で変化する $\alpha(n)$ に対応して $Pup(n)$ 、 INV_Pup を求めるのは困難である。そこで、あらかじめ複数の $\alpha(n)$ の値に対する $Pup(n)$ 、 INV_Pup をそれぞれ求めておき、複数のデータを有するテーブルとしてデジタル信号処理回路 33 内部の記載しないメモリに蓄積しておく。R5 処理部で求められた $\alpha(n)$ の値をテーブルのアドレスとして用いる事で簡単に $Pup(n)$ 、 INV_Pup の各値を求める事が出来る。図 5 にテーブルの例を示した。例えばディフェクトを通過中に 30% ウォブル振幅が減少したとき、前述と同様に $INV_Pup = 1$ の時に $\alpha(n) = 0.7$ となるので、 $Pup(n) = 1.19$ 、 $INV_Pup = 0.84$ が選択される。続く R6 処理部は、レーザー 1 の破壊につながる出力限界パワーを P_{max} とした際に、 $Pup(n)$ 倍された P_k が P_{max} を越えないようにするために値 $\alpha(n)$ に対するクリップ値を求め、そのクリップ値をメモリ MAXLMT に格納する処理である。MAXLMT は、 $P_{max} \div P_k$ を演算しこの演算結果を $Pup(n)$ の値として前述のテーブルのデータのアドレスとして用いることで、前述の説明とは逆に対応する $\alpha(n)$ の値を選択する事によって求められる。具体的な値を用いて説明する。現在メモリ 23 に設定されている P_k の値を 12 mW とし、レーザー 1 の定格の P_{max} を 15 mW とする。 $P_{max} / P_k = 1.25$ であり、この値は $Pup(n)$ の限界に相当する値である。従って図 5 に示したテーブルデータで $Pup(n)$ が 1.25 以下の時に対応する $\alpha(n)$ が MAXLMT となる。 $Pup(n)$ が 1.25 以下の時の $\alpha(n)$ は図 5 に示したテーブルによると $Pup(n) = 1.25$ の時の $\alpha(n) = 0.64$ となり、この値が MAXLMT となる。続く R7 処理部で $\alpha(n)$ と MAXLMT の値を比較し、 $\alpha(n) < MAXLMT$ の時は R8 処理部へ移行する。R8 処理部では $\alpha(n)$ を MAXLMT に格納されている値に置き換えた後 R9 処理部へ移行する。R7 処理部において $\alpha(n) > MAXLMT$ の時は直接 R9 処理部へ移行する。ここで、光ビームがディフェクトを通過している時は、前述のように情報記録面に到達するパワーが不足する為記録マークが正し

く形成されない。この時、記録マークによる変調が存在しないため、R F 信号の振幅は低下する。一方、反射光制御部 1 2 が動作すると出力されるパワーが増加し記録マークが正しく形成されるため、記録マークによる変調が生じ R F 信号の振幅が増加する。反射率制御部 1 2 が動作した際に出力されるパワーの変化が大きいと R F 信号の振幅が急峻に変動する事になる。一般に光ディスク装置は信号処理部 2 2 において R F 信号を 2 値化した信号を元にディスク 3 に記録されているデータを再生するが、この時 R F 信号の振幅が一定となるように A G C (A u t o G a i n C o n t r o l) 動作を行う。ディフュクト上を光ビームが通過している際に低下した R F 信号を A G C によって増加させた際に反射光制御部 1 2 が動作して急峻に R F 信号が増加すると信号処理部 2 2 内部での R F 信号振幅変動が大きくなり正しく 2 値化が行なわれずディスク 3 に記録されているデータの再生が困難になる場合がある。従って、光ビームがディフュクトを通過している時のウォブル振幅の変化に対して変化可能なパワーは制限する必要がある。ここで、図 1 1 の処理が前回行われた際の R 5 処理部において求められた $\alpha(n)$ と区別する為 $\alpha(n-1)$ と表記すると、R 9 処理部は、前回に出力した $\alpha(n-1)$ と今回の $\alpha(n)$ との差が、 $\alpha(n)$ の変化を制限する一定値 $\Delta\alpha_{MAX}$ と $\Delta\alpha_{MIN}$ の範囲内かどうかを判断する処理である。範囲外の場合は R 1 0 処理部へ移行し、範囲内の時は R 1 1 処理部へ移行する。R 1 0 処理部では、 $\alpha(n)$ を $\alpha(n-1) + \Delta\alpha_{MIN}$ または $\alpha(n-1) - \Delta\alpha_{MAX}$ の制限値に置き換える処理を行い、R 1 1 処理部へ移行する。以上の処理により求められるパワーが前回に求められた値から大きく変化する事を防ぐ事が出来る。R 1 1 処理部は、前述したテーブルを用いて、 $\alpha(n)$ の値をテーブルのデータを示すアドレスとした時の $P_{up}(n)$ の値を選択する処理である。続く R 1 2 処理部は、同様に前述したように前記テーブルを用いて INV_P_{up} の値を選択する。ここで、 $P_{up}(n)$ の値はプロセッサの語調に制限される値の範囲内でしか求める事が出来ず、実際に必要とするパワーの変化値とは異なる。例えば $\alpha(n)$ が 0.7 の時、理想的には $P_{up}(n) = 1/\sqrt{0.7} = 1.19522 \dots$ であるが、プロセッサの語調が小数点以下 2 桁までしか表すことが出来ないとなると、 $P_{up}(n) = 1.19$ となる。この場合理想的な $P_{up}(n)$ に対して切り捨

てられた値に相当するパワーが不足することになる。このとき、補正值 INV_Pup もその不足分を考慮して修正した値を用いて変化率検出回路 32 の出力を補正後に検出されるウォブル振幅の変化値の検出誤差を少なくする。具体的に説明すると、 $\alpha(n) = 0.7$ の時、理想的には $INV_Pup = \sqrt{0.7} = 0.83666 \dots$ であり、プロセッサの語調を前記同様に小数点以下 2 桁までとすると、 $INV_Pup = 0.83$ となる。ここで $Pup(n) \times INV_Pup = 1.19 \times 0.83 = 0.9877 \dots$ であり、出力したパワーに対して変化率検出回路 32 の出力を補正するには不足しているため、次回のウォブル振幅の変化値の検出が $1 / 0.9877 \dots = 1.012 \dots$ 倍の誤差を含む事になる。そこで、 INV_Pup に $Pup(n)$ の逆数を用いる事にすると、 $INV_Pup = 1 / 1.19 = 0.84033 \dots$ となり、小数点以下 2 桁までなので $INV_Pup = 0.84$ とする。この時、 $Pup(n) \times INV_Pup = 1.19 \times 0.84 = 0.9996 \dots$ であり次回のウォブル振幅の変化値の検出誤差を $1 / 0.9996 \dots = 1.0004$ 倍に抑える事が出来る。従って、前記テーブルの INV_Pup は、あらかじめ対応する $Pup(n)$ で値が切り捨てられることを考慮して修正した値を用いて構成する。図 5 のテーブルで INV_Pup は前述のような修正を行った後の値で示した。次に、ウォブル振幅検出器 10 の出力は内部のバンドパスフィルタ 41 の位相遅れにより、差動増幅器 20 から入力される信号に対し一定の時間遅れて信号を出力する。従って、デジタル信号処理回路 33 に $Pup(n)$ 倍に変化したパワーの影響が伝わるのは、前記ウォブル振幅検出器 10 における遅延時間だけ遅れる事を意味する。この遅延を考慮せずに R5 処理部において変化率検出回路 32 の出力に前回求めた INV_Pup の値を乗じると、今回求まる $\alpha(n)$ の結果が誤差を持つことになる。この問題を解決するために R13 処理部において、 INV_Pup をバンドパスフィルタ 41 と同様の位相遅れを有するデジタルフィルタ 35 に入力する。前述のように実際に R5 処理部において補正する際はそのデジタルフィルタ 35 の出力を用いる。R13 処理部が終了すると R1 処理部に戻り、再び上記処理を繰り返す。

【0076】

次に、光ビームがData領域に位置している際に行われる図11の前述の各処理を具体的な数値をあげて説明する。まず、ディフェクトの存在しないData領域中に位置している時の動作を説明する。この時、メモリ23に格納されている値は $P_k = 11 \text{ mW}$, $P_{b1} = 5.5 \text{ mW}$, $P_{b2} = 1 \text{ mW}$ とし、 $I_{pk} = 48.9 \text{ mA}$, $I_{bs1} = 38.9 \text{ mA}$, $I_{bs2} = 30.7 \text{ mA}$ がすでに出射光制御部8が動作したことによって求められており、スイッチ9を介して記録波形生成部13に出力されているとする、また、 $\eta = 0.55 \text{ mW/mA}$, $I_{th} = 28.9 \text{ mA}$ であり、 $\alpha(n-1) = 1$, $P_{up}(n) = 1$, $INV_P_{up} = 1$ でデジタルフィルタ35は1を出力しているとする。R3処理部では、 $P_{up}(n-1) = 1$ が初期値となっているため、下記計算により出力値を求めてスイッチ9を介して記録波形生成部13に出力する。また、 β と γ はそれぞれ1とする。

【0077】

$$I_{pk} = P_{up}(n) \times dI_{pk} + I_{th}$$

$$= 1 \times 19.9991 + 28.9 = 48.9 \text{ mA}$$

$$I_{bs1} = P_{up}(n) \times dI_{pb1} + I_{th}$$

$$= 1 \times 9.9995 + 28.9 = 38.9 \text{ mA}$$

$$I_{bs2} = P_{up}(n) \times dI_{pb2} + I_{th}$$

$$= 1 \times 1.8181 + 28.9 = 30.7 \text{ mA}$$

上記値は、出射光制御部8が動作して出力されていた値と等しく、以後この値を初期値として光ビームがディフェクト上を通過中に変化していく。ここで、 $\beta \times \gamma = 1$ なので、R4処理部でアンプ34の設定値を1倍に変更する。すなわち結果として増幅率を変更しない。現在の光ビームの位置がディフェクト上ではないので変化率検出回路32から出力される値は1であり、デジタルフィルタ35からの出力も1であり、R5処理部で $\alpha(n) = 1$ が求まる。R6処理部では、前述の例と同様 $MAXLMT = 0.64$ が格納される。R7処理部で $\alpha(n) = 1$ と $MAXLMT = 0.64$ の値を比較し、 $\alpha(n) > MAXLMT$ の為R9処理部へ移行する。次に、 $\Delta\alpha_{MIN} = -0.2$, $\Delta\alpha_{MAX} = 0.2$ の時、 $\Delta\alpha_{MIN} = -0.2 < \alpha(n) - \alpha(n-1) = 0 < \Delta\alpha_{MAX} = 0.2$ であるか

ら R11 処理部へ移行する。R11, R12 処理部ではそれぞれ $Pup(n) = 1$, $INV_Pup = 1$ がテーブルより選択される。従って、ディフェクトがない時は出射光制御部 8 が動作する事により出力されていた値と等しい値が出力される。続いて、前述の装置の動作状態を維持したまま光ビームがディフェクト上に位置した際の動作を説明する。光ビームがディフェクトに位置した際は、ディフェクトを通過する以前に対してウォブル振幅検出回路 10 の出力が減少する。この減少を 30% の減少とする。この時、 $INV_Pup = 1$ なのでデジタルフィルタ 35 の出力も 1 であり、従って R5 処理部にて $\alpha(n) = 0.7$ が求まる。R7 処理部において $\alpha(n) = 0.7 > 0.64 = MAXLMT$ なので、R9 処理部に移行する。R9 処理部では $\Delta\alpha MIN = -0.2$ としたとき、 $\alpha(n) - \alpha(n-1) = 0.7 - 1 = -0.3 < \Delta\alpha MIN = -0.2$ なので、R10 処理部に移行し、R10 処理部において $\alpha(n) = \alpha(n-1) + \Delta\alpha MIN = 1 - 0.2 = 0.8$ が求まる。続いて R11 処理部において $Pup(n) = 1$, 11 が、R12 処理部において $INV_Pup = 0.90$ が求まる。続いて R13 処理部を経て R1 処理部へ戻り、以後 R3 処理部において RA1 処理部で求められている $dIp k = 19.9991 \text{ mA}$, $dIp b 1 = 9.9995 \text{ mA}$, d

$Ip b 2 = 1.8181 \text{ mA}$ をそれぞれ用いて、

$$\begin{aligned} Ip k &= Pup(n) \times dIp k + Ith \\ &= 1.11 \times 19.9991 + 28.9 = 51.099 \text{ mA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ips 1 &= Pup(n) \times dIp b 1 + Ith \\ &= 1.11 \times 9.9995 + 28.9 = 39.999 \text{ mA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ips 2 &= Pup(n) \times dIp b 2 + Ith \\ &= 1.11 \times 1.8181 + 28.9 = 30.918 \text{ mA} \end{aligned}$$

が新たに出力される。出力される光ビームのパワーが 1.11 倍になったことによって、ディフェクトによるウォブル振幅検出回路 10 の出力が 30% 減少した時でも、 $0.7 \times 1.11 = 0.777$ となり変化率検出回路 32 の出力が約 28% 減少したと検出される。デジタルフィルタ 35 の出力が前述の遅延時間を経て安定した時は、R5 処理部ではデジタルフィルタ 35 出力 (INV_Pup) $= 0.90$ を乗じて $\alpha(n) = 0.777 \times 0.90 \doteq 0.7$ を再び得る。以後

は同様の処理が継続される。以上の処理により、出射光制御部 8 によって求められた I_{th} と η を用いて計算出来る為、レーザー 1 の $I-L$ 特性の変化に依存せず変化率検出回路 32 の出力の変化値に応じて誤差を少なく P_k , P_{b1} , P_{b2} の 3 値のパワーを制御する事ができる。

【0078】

続いて、光ビームが Header 領域先頭に位置したときは、ゲート発生器 15 はライトゲートとデータゲートを L レベルとし、出射光制御部 8 の動作は図 10 中の A1 処理部へ戻る。反射光制御部 12 の動作は図 11 中の R1 処理部においてライトゲートが L レベルである事が検出され、再び R1 処理部へ戻る。

【0079】

ここで、出射光制御部 8 が $I_{pk}=48.9\text{mA}$, $I_{bs1}=38.9\text{mA}$, $I_{bs2}=30.7\text{mA}$ を出力して、 $P_k=11\text{mW}$, $P_{b1}=5.5\text{mW}$, $P_{b2}=1\text{mW}$ なるパワーの光ビームがレーザー 1 から出力されるとし、反射光制御部 12 が $I_{pk}=51.09\text{mA}$, $I_{bs1}=39.99\text{mA}$, $I_{bs2}=30.91\text{mA}$ を出力して、 $P_k=12.2\text{mW}$, $P_{b1}=6.1\text{mW}$, $P_{b2}=1.11\text{mW}$ なるパワーの光ビームがレーザー 1 から出力されるとき、出射光制御部 8 の出力と反射光制御部 12 の出力がスイッチ 9 を通して交互に出力されると、レーザー 1 から出力されるパワーが $P_k=11\text{mW}$, $P_{b1}=5.5\text{mW}$, $P_{b2}=1\text{mW}$ の時と $P_k=12.2\text{mW}$, $P_{b1}=6.1\text{mW}$, $P_{b2}=1.11\text{mW}$ の時で変動してしまい、ディスク 1 に正確にデータが記録出来ない可能性がある。しかし、図 1 を用いて説明した構成を用いることにより出射光制御部 8 はデータを記録しない Gap 領域のみで動作するため、Data 領域にデータを記録する際にレーザー 1 から出力される光ビームのパワーは、反射光制御部 12 の出力のみでディスク 3 の情報記録面上で最適となるように制御されるため上記問題の影響がない。具体的に説明すると、DVD-RAM ディスクでは、光ビームが Gap 領域を通過する時間は、約 $5.5\mu\text{s}$ であり、Gap 領域直後から次セクタの Header 領域先頭までは、約 $1379\mu\text{s}$ である。従って、1 セクタ約 1.4ms 周期で約 $5.5\mu\text{s}$ の時間（正確には前述の P_1 , P_2 を出力している期間 $1\mu\text{s}$ を除いた $4.5\mu\text{s}$ ）のみ出射光制御部 8 から I_p

$k = 48.9 \text{ mA}$, $I_{bs1} = 38.9 \text{ mA}$, $I_{bs2} = 30.7 \text{ mA}$ が出力され、このとき、反射光制御部 12 による $I_{pk} = 51.09 \text{ mA}$, $I_{bs1} = 39.99 \text{ mA}$, $I_{bs2} = 30.91 \text{ mA}$ は出力されない。かつ Data 領域では出射光制御部 8 は動作しないため、出射光制御部 8 と反射光制御部 12 が異なる値を出力しても Data 領域では反射光制御部 12 の出力のみが選択される。I-L 特性の変化は周囲温度等の環境変化によるものなので、媒体に付着した埃や指紋等の汚れによって変動する適正パワーの変化に比べて十分に低い帯域で変動する。従って、出射光制御部 8 を Gap 領域を通過する毎の低い周期で動作させる事が可能である。

【0080】

次に、ディフェクトが 2 セクタに渡って付着している時の動作について説明する。図 7-(a) は、図 6-(a) と同様、ディスク 3 の回転によって光ビームがトラックに沿って移動している様子を模式的に表したものであり、Header 領域と Gap 領域を含む前後の領域にディフェクトが存在する様子を示している。図 7-(b), 図 7-(c) はそれぞれライトゲートとデータゲートのタイミングチャートを表しており、図 7-(d) は光ビームが (a) 図に示された領域を通過する際に出力するパワーを模式的に示した図で、縦軸にパワー (mW), 横軸に時間 (s) を示している。(d) 図の時間領域①において、ディフェクトによりウォブル振幅が減少し、反射光制御部 12 が動作して記録マークを形成する適正パワーとなるように出力を増加させる。しかし、Header 領域に光ビームが位置するとライトゲートが L となるので、出射光制御部 8 において Pr の値の再生パワーが出力される。時間領域②中は出射光制御部 8 が動作する。ここで、再びデータゲートが H となる時間領域③において、反射光制御部 12 が出射光制御部 8 動作後の駆動電流を初期値として動作しては、前述のバンドパスフィルタ 41 における検出遅延や $\Delta \alpha \text{ MIN}$ による制限の為、反射光制御部 12 動作による光ビームのパワーが適正パワーへ到達するのが遅れてしまう。この問題を回避するため、図 11 の処理ではフローチャート前半の R3 処理部でスイッチ 9 に演算結果を出力するように構成している。すなわち、変化率検出回路 32 の出力が入力される以前にスイッチ 9 に演算結果を出力可能なように構成して

いる。その効果を説明する。まず、(d) 図の時間領域①においてディフェクトが存在しない場合、値 $\alpha(n) = 1$ となり、対応する値 $Pup(n) = 1$ となる。この時、時間領域③では $Pup(n-1) = 1$ となるため、R3 処理部以下上述したものと同様に動作する。これに対し、(d) 図の時間領域①にディフェクトが存在すると $\alpha(n) = 1$ とならず従って $Pup(n-1) = 1$ とならない。例えば前述のように $\alpha(n) = 0.7$, $Pup(n) = 1.11$ とする。この状態で時間領域②に移動すると、R2 処理部でデータゲートが H となるのを検出するまで $Pup(n-1) = 1.11$ という情報は反射光制御部 12 内部に保持される。時間領域③では R3 処理部にてすぐに $Pup(n-1) = 1.11$ という情報を用いて初期値として $Ipk = 51.09\text{mA}$, $Ibs1 = 39.99\text{mA}$, $Ibs2 = 30.91\text{mA}$ を出力可能であり、従って 2 セクタにわたってディフェクトが存在した場合に適正パワーへの到達を早める事が出来る。

【0081】

次に、サーボマイコン 17 が有する機能について、図 1 記載の各構成要素を含む光ディスク装置が動作開始する時に行う機能について説明し、その後記録マークを形成する適正パワーの変化がローパスフィルタ 31 より低い帯域で変動した際の機能と、検索を伴って記録する際の機能と、記録中オフトラックが発生した際の機能について順に説明する。

【0082】

まず、はじめに装置が動作開始する時にサーボマイコン 17 が行う機能について図 12 に示すフローチャートを用いて説明する。図 12 は再生時と記録時それぞれの場合において、ローパスフィルタ 31 を動作させ、変化率検出回路 32 におけるウォブル振幅の変化の検出に用いる基準値の初期値を求めるものである。まず、図 12 の動作に先だって、モータ 5 は所定の回転速度でディスク 3 を回転させ、サーボマイコン 17 は光ビームがディスク 3 の情報記録面に合焦するようにフォーカシング制御を行い、またディスク 3 のトラックに光ビームが追従するようにトラッキング制御を行っているとする。また、ピックアップ 2 は、ディスク内周にありユーザーデータを記録する事が無く光ビームのパワーを調整する等の目的で記録可能な領域 (DVD-RAM ディスクでは `Drive test zone`)

ne と称される領域) に位置しているとする。このとき、ゲート発生器 1 5 よりライトゲートが L レベルで出力されており、スイッチ 9 は出射光制御部 8 の出力側に切り替わっている。また、ライトゲートが L レベルの為、記録波形生成部 1 3 はスイッチ 9 を通して出力される I_{rd} の値を駆動部 1 4 に出力しており、レーザー 1 から出力される光ビームのパワーは P_r の値の再生パワーとなっている。まず、S 1 0 1 処理部において装置動作開始時であることを検出する。装置動作開始時で無いときは S 1 0 1 処理部に戻り、そのため装置起動時となるまでは以後の処理は行われない。装置起動時である事が検出された場合、S 1 0 2 処理部へ移行する。S 1 0 2 処理部では、サーボマイコン 1 7 から P_k , P_{b1} , P_{b2} , P_r の各値をそれぞれメモリ 2 3 に設定し、S 1 0 3 制御部でライトゲートの極性を検出する。まず、ライトゲートが L レベルの時の処理を説明する。ライトゲートが L レベルの時は S 1 0 4 処理部へ移行する。S 1 0 4 処理部では、アンプ 3 4 を通した初期のローパスフィルタ 3 1 の出力を求める際に誤差が発生しないように前述の強制停止信号を L レベルにして論理積回路 1 6 へ出力する。これにより反射光制御部 1 2 が動作して求められた I_{pk} , I_{b-s1} , I_{b-s2} がスイッチ 9 を通して出力されることを防ぐ。続く S 1 0 5 処理部はアンプ 3 4 から出力される信号をサーボマイコン 1 7 に入力する。この値を X として説明する。続く S 1 0 6 処理部では、現在光ビームが位置している所にディフェクトが存在するかどうかを判断するため、値 X があらかじめ定められた値 X_U と X_L の範囲内であるか判断する。値 X_U と X_L の範囲とは、ディフェクトが存在しないときの X の変化が許容される範囲を値で示したもので、例えば $\pm 5\%$ を示す値とする。ディフェクトが存在する時はウォブル振幅が変動し、結局ローパスフィルタ 3 1 へその変動成分が入力される。前述のようにローパスフィルタ 3 1 のカットオフ周波数は 50 ~ 100 Hz であり、ディフェクトによる変動成分は数 kHz から数 10 kHz という高周波数であるため、理想的にはローパスフィルタ 3 1 の出力にディフェクトの影響は現れない。しかし、トラックの周方向に長期間に渡ってディフェクトが存在するとその変動成分はローパスフィルタ 3 1 の帯域では完全に抑圧する事が出来ずディフェクトによる変動が一部出力される。従って、ローパスフィルタ 3 1 の出力がアンプ 3 4 を通してサーボマイコン 1 7 に入

力された値 X が X_U と X_L の範囲 $\pm 5\%$ を越えたときは、光ビームが位置している所にディフェクトが存在する可能性が高く、この時のアンプ 3 4 の出力をディフェクトを検出する為の基準値として使用出来ないことを意味する。この時 S 1 0 7 処理部に移行してカウンタ A を 0 に戻して S 1 0 5 以降の処理を繰り返す。S 1 0 6 処理部において、 X が X_U と X_L の範囲内の時は、S 1 0 8 処理部へ移行しカウンタ A を 1 インクリメントする。続く S 1 0 9 処理部では、カウンタ A の値が TMAX にあらかじめ設定された値以上かどうか判断する。TMAX 以上となったときは、サーボマイコン 1 7 によってアンプ 3 4 の出力が測定されていた期間ディフェクトが存在しなかったとして S 1 1 0 処理部へ移行する。TMAX 未満の間は S 1 0 5 以降の処理を繰り返し継続して X を測定する。TMAX は、アンプ 3 4 から出力されている値がディフェクトを検出する為の基準値として用いる事が可能である事を保証する為の時間であり、光ビームが数セクタを通過する時間 X が前記 X_U と X_L の範囲内であれば測定した X はディフェクトを検出する為に用いる基準値として使用できるとみなす。実際は TMAX に光ビームが数セクタを通過する時間をカウンタ A が 1 インクリメントするのに要する時間で割った値が格納されているとする。例えば、光ビームが 3 セクタを通過する時間 4. 2 m s の時で、カウンタ A が 1 4 u s 単位で動作するとすると、 $4200 / 14 = 300$ が TMAX に格納されている。TMAX の示す期間 X が $\pm 5\%$ の範囲内であれば、少なくともアンプ 3 4 から出力されている値はディフェクトが存在しない領域に光ビームが位置している時のものであるとみなし、ウォブル振幅の変化を検出する基準値として用いる事が可能であるため続く S 1 1 0 処理部へ移行する。S 1 1 0 処理部では RF 信号を入力し、その振幅を特定の振幅を表す値 RFREF と比較する。ここでの処理は、現 X を測定した期間に光ビームが位置していた領域が以前にデータを記録された領域か未記録の領域か判断するためのものである。以前に記録された領域の場合、記録マークによる変調が存在し RF 信号の振幅が発生するが、未記録の領域の場合変調しないため、RF 信号の振幅はない。従って RF 信号の振幅がある値 RFREF 以上となった時は X を測定した期間が以前にデータを記録された領域であり、値 RFREF 以下となった時は X を測定した期間がデータを未記録の領域である。RF 信号の振幅が RF R

E F以上の時は前述のXを測定した期間が以前にデータが記録された領域であるとしてS 1 1 1 処理部へ移行する。ここで、以前にデータを記録された領域は記録マークが存在するため、未記録の状態に比べて平均すると反射率が下がる。従って、Xの値も、未記録の時の値に比べて小さいものとなる。S 1 1 1 処理部では、以前にデータが記録済みの領域に光ビームが位置している時の再生時のウォブル振幅の初期値としてXの値をメモリWBINI__Aに格納する。続いてS 1 1 3 処理部ではWBINI__Aと同様に未記録の位置におけるXを格納するメモリWBINI__Bの両方に値が格納されているか判断する。現在WBINI__Bに値がまだ格納されていない為、S 1 1 4 処理部へ移行する。S 1 1 4 処理部では検索を行う制御信号をピックアップ2に出力し、ディスク3上で光ビームが照射されている位置を移動し、その後再びS 1 0 5 以降の処理を繰り返す。S 1 1 0 処理部においてRF信号の振幅がRFREF以下となったとき、Xは光ビームがデータを未記録の領域に位置している時のウォブル振幅を表すとして、S 1 1 2 処理部にてWBINI__BにXを格納してS 1 1 3 処理部へ移行する。S 1 1 3 処理部では、WBINI__AとWBINI__Bの両方に値が格納されているため、S 1 1 5 処理部へ移行する。S 1 1 5 処理部では論理積回路16に対し強制停止信号をHレベルで出力して、論理積回路16の動作を通常時のライトゲートとデータゲートの極性で動作可能な状態に戻して処理を終了させる。上記処理を行う事で再生時のウォブル振幅の初期値が、以前にデータを記録した領域に光ビームが位置している時と以前にデータが未記録な領域に光ビームが位置している時の両方の場合でそれぞれ測定されWBINI__AとWBINI__Bに格納される。WBINI__AとWBINI__Bの値は図14を用いて後述する検索を伴って記録する際にアンプ34の増幅率を補正する値 β を求めるのに使用される。次に、実際の記録時にウォブル振幅の変化を検出するために用いる基準値の初期値を得る為にローパスフィルタ31の出力が安定するのを待つ処理を行う。まず、図12で記載していないがコントロールマイコン18の指示で記録動作を行う。現在、光ビームは前述の光ビームのパワーを調整する等の目的で記録可能な領域に位置しており、実際にデータを記録する場合でなくとも記録動作を行うことが可能である。このとき図12の処理を再度開始する。S 1 0 1 処理部において装

置動作開始時である事を検出し、続くS102処理部で同様に射出光制御部8のメモリ23に特定のPk, Pb1, Pb2, Pr値を設定し、S103制御部でライトゲートの極性を検出して分岐する。記録時はゲート発生器15よりライトゲートがHレベルで出力されるためS116処理部へ移行する。S116処理部では、前述のS104処理部と同様に強制停止信号をLレベルにして論理積回路16へ出力する。S116処理部以降S121処理部までの動作はTMAXに示される期間のXの値を測定するものであり、前述したS104処理部以降S109処理部までの動作と同一のものであるのでその説明を省略する。続くS122処理部では、測定したアンプ34の出力Xを記録中のウォブル振幅の基準値としてメモリREF__INIに格納する処理である。その後、S123処理部にて強制停止信号をHレベルにして論理積回路16に出力して処理を終了させる。尚、記録時は現在記録している所が以前にデータを記録済みか未記録か判断する必要はない。DVD-RAMディスク等のディスクの場合、ダイレクトオーバーライト方式であり、Pbs1のパワーで以前にディスク3に記録されたデータを消去しながら記録する。従って、以前にデータが記録されているときでも未記録の時でも現在記録中の記録マークによって反射率が決定され、ウォブル振幅に差が生じないからである。以上の動作を行う事で、ウォブル振幅変化検出の為に基準値としてアンプ34出力の初期値を得る事ができる。

【0083】

次に、ローパスフィルタ31より低い帯域で記録マークを形成する適正パワーが変化した際のサーボマイコン17の機能を図13のフローチャートを用いて説明する。はじめに、この機能の目的について簡単に触れる。ディスク3は形成時において記録材料に対する保護膜の厚みムラ等が発生し、反射率や透過率が変化する。反射率や透過率が変化するとディスク3に記録マークを形成するために必要とされる適正パワーも変化する。一方、反射率や透過率が変化するとディスク3に反射した光ビームを受光して生成されるウォブル振幅も変化する。前記厚みムラはディスク半径方向に発生する事が多く、従って前記厚みムラによって発生する適正パワーの変化は光ビームがディスク3の一回転の時間トラックを走査している時には検出されず、ディスクが数回転するにわたってその変化が検出され

る。ここでの機能は、この適正パワーの変化を検出してレーザー 1 から出力される光ビームのパワーが適正パワーとなるように出射光制御部 8 の出力を変更するものである。まず、図 1 3 の動作に先だって、記録動作を行っている。この時、光ビームがディスク 3 上のトラックをディスク 3 の回転に伴って走査していると、この時 Gap 領域を通過中の時は出射光制御部 8 の出力が、Data 領域を通過中では反射光制御部 1 2 の出力がスイッチ 9 にて交互に選択されているとする。まず、S 2 0 1 処理部にてウォブル振幅変化を検出する基準値であるアンプ 3 4 の出力をサーボマイコン 1 7 へ入力する。これを値 Y とする。続いて S 2 0 2 処理部にて値 Y があらかじめ定められた値 Y U と Y L の範囲内であるか判断する。値 Y U と Y L の範囲とは、モータ 5 が 1 回転する時間のアンプ 3 4 の出力の変化が許容される範囲を値で示したものである。例えば $\pm 10\%$ 程度である。前述したウォブル振幅の周方向変動はモータ 5 の回転周波数に依存し、モータ 5 が 1 回転する間に元に戻る。この周波数に対してさらに低い帯域でウォブル振幅が変動する場合は前述した記録材料に対する保護膜の厚みムラ等による反射率や透過率の変化を表すと言える。反射率や透過率が変化した場合、媒体に記録する適正パワーが変化する。ディスク 3 が 1 回転してもウォブル振幅の変動が値 Y U と Y L の $\pm 10\%$ 以上越えたときは適正パワーが変化した可能性があり、S 2 0 4 処理部へ移行してカウンタ B を 1 インクリメントする。続く S 2 0 5 処理部では、カウンタ B の値があらかじめ定められた時間を表す TMAX2 以上かどうか判断する。TMAX2 とは、モータ 5 が数回転（例えば 1 0 0 0 回転）する時間をカウンタ B が 1 インクリメントするのに要する時間で割った値が格納されている。例えば、モータ 5 が 1 回転に要する時間を 3 0 m s とし、カウンタ B が動作するのが 0. 5 m s 単位とすると、 $1000 \times 30 / 0.5 = 60000$ が TMAX2 に格納される。TMAX2 以下の時は、S 2 0 1 処理部に戻り同様の処理を繰り返す。ここで、適正パワーの変化が生じてない時は、時間 TMAX2 以下の期間に繰り返された S 2 0 2 処理部にいずれ、値 Y が値 Y U と Y L の範囲内にある事が検出され、S 2 0 3 処理部にてカウンタ B を 0 にして S 2 0 1 処理部へ戻る。従って、適正パワーの変化を誤検出して動作する事はない。一方 S 2 0 5 処理部にてカウンタ B の値が TMAX2 以上となった時は、適正パワーが変化した

とみなして S206 処理部に移行し、出射光制御部 8 のメモリ 23 の設定を変更する。具体的には値 Y が Y_U を越えたときは現在のパワーから 1 mW 低くし、値 Y が Y_L を越えたときは現在のパワーから 1 mW 高くする。すなわちメモリ 23 に設定されている P_k が 11 mW を示す値の時で説明すると、Y が Y_L を越えた時は P_k = 12 mW にしてメモリ 23 に設定する。他の P_{b1}, P_{b2} も同様である。続く S207 処理部では変更したメモリ 23 の値の以前に設定されていた値との変化を表す値 $\gamma = 12 \text{ mW} / 11 \text{ mW} = 1.09$ をデジタル信号処理回路 33 へ出力し、S201 処理部に戻る。デジタル信号処理回路 33 に出力した γ についてはさらに後述する。 γ を入力されたデジタル信号処理回路 33 は、図 11 の R4 処理部で後述する β と γ を乗じた値でアンプ 34 の増幅率を変化させ、ウォブル振幅の基準値を補正する。ここで、メモリ 23 に設定されている値がディスク 3 に記録する適正パワーとならない限り、S206 処理部と S207 処理部の動作が繰り返し行われる。値 Y_U と Y_L の範囲内となった時は、現在設定されているメモリ 23 の値がディスク 3 に記録する適正パワーを示す値であるとして S203 処理部に移行し、以後再び前述の処理を繰り返す。上記機能が動作することで反射光制御手段 12 の動作で補正出来ない適正パワーの変化に応じてレーザー 1 から出力される光ビームのパワーを変更する事が出来る。

【0084】

次に、検索を伴って記録する場合のサーボマイコン 17 の機能を図 14 のフローチャートを用いて説明する。検索動作を伴って記録する場合の動作とは、前述したウォブル振幅の半径方向変動によって検索以前のウォブル振幅と検索直後のウォブル振幅に差が生じ、この差が半径方向変動によるものかディフェクトによるものか切り分ける事が出来ない為反射光制御部 12 の出力に誤差が発生してしまうことを防止する為に、変更するアンプ 34 の増幅率を求める機能である。まず、図 14 の動作に先だって、以前に一度記録動作が行われており、現在はディスク 3 に記録されているデータを再生中であり、ゲート発生器 15 からはライトゲートが L レベルで出力されている。またこの時レーザー 1 から出力される光ビームは P_r の値の示す再生パワーで制御されているとする。コントロールマイコン 18 はサーボマイコン 17 に、検索命令と記録目標セクタ情報を与える。サー

ボマイコン 1 7 は S 3 0 1 処理部において検索命令を受けて S 3 0 2 処理部に移行する。S 3 0 2 処理部では記録目標セクタの存在するトラックヘピックアップ 2 を移動させる為、デジタル信号処理回路 3 3 からピックアップ 2 に制御信号を出力する。S 3 0 3 処理部で、現在光ビームが位置しているトラックが記録目標トラックかどうかを信号処理部 2 2 から入力されるアドレスを元に判断する。記録目標トラックに到達していないときは S 3 0 2 処理部に戻り再び制御信号を出力してピックアップ 2 を移動させる。S 3 0 3 処理部で記録目標トラックに到達したことが確認された後は S 3 0 4 処理部に移行する。S 3 0 4 処理部では光ビームが走査している領域が記録目標セクタの 1 セクタ前になるまで次の処理を待つ。S 3 0 4 処理部にて記録目標セクタの 1 セクタ前に到達したことが確認されたら S 3 0 5 処理部に移行し、フォトディテクタ 6 から R F 信号を入力する。続く S 3 0 6 処理部は R F 信号の振幅が前述の R F R E F より大きいかどうか判断して分岐する処理部である。入力された R F 信号の振幅が R F R E F 以上の時は現在光ビームが通過しているセクタは以前にデータが記録されているとして、S 3 0 7 処理部において再生時のウォブル振幅の基準値であるメモリ W B I N I に W B I N I _ A の値を格納する。R F 信号の振幅が R F R E F 以下の時は現在光ビームが通過しているセクタは未記録のセクタであるとして S 3 0 8 処理部でメモリ W B I N I に W B I N I _ B の値を格納する。S 3 0 7 処理部、S 3 0 8 処理部共に S 3 0 9 処理部へ移行する。S 3 0 9 処理部では、アンプ 3 4 の出力を入力し、以下の式にて値 β を求め、デジタル信号処理回路 3 3 へ出力する。

【 0 0 8 5 】

$$\beta = \text{アンプ 3 4 の出力} \div \text{W B I N I}$$

例えば、W B I N I の値が 1 0 0 m V を示し、現在の再生時のアンプ 3 4 の出力が 8 0 m V を示す値とした時、 $\beta = 8 0 / 1 0 0 = 0.8$ となる。この β が、検索前後のウォブル振幅の差を表しており、1 セクタ後の記録目標セクタにおいて用いるアンプ 3 4 の増幅率の補正值を表す。続いて記録目標セクタに到達するまで S 3 1 0 処理部でとどまる。ここで、図 8 - (a) に示すのは、図 6 - (a) と同様、ディスク 3 の回転によって光ビームがトラックに沿って移動している様子を模式的に表したものであり同様に図 8 - (b) , 図 8 - (c) はそれぞれ

ライトゲートとデータゲートのタイミングチャートを表している。光ビームの位置が記録目標セクタに対し1セクタ前にある場合、(b)図に示すようにライトゲートがLの時に、(c)図に示すようにデータゲートがHレベルとなる。この領域Aにおいて上記動作が行われる。この領域AではライトゲートがLレベルの為、出射光制御部8が動作してレーザー1から出力される光ビームのパワーは P_r の値の示す再生パワーとなっている。記録する1セクタ手前の再生しているセクタのウォブル振幅の値を用いて β を求め記録開始時のアンプ34の出力を補正する事で、光ビームが連続したトラックを走査しながら記録している際と等しく誤差の少ないパワー制御が可能となる。次に記録目標セクタに到達した時の動作について説明する。ここで、DVD-RAMディスク等のZCLV方式の回転を行うディスクは、各ゾーン間で光ビームの移動する線速度が一定となるようにディスクの回転速度を変更する必要がある。従って、ゾーン境界を越える距離を検索した場合、ディスク3の回転速度の変更が必要になる。ここで、ディスク3に記録する適正パワーはピックアップ2の移動する線速度に依存して変化し、一方、メモリ23に設定されている P_k , P_{b1} , P_{b2} の値は規定の線速度の時のものである。従って、検索直後設定されている P_k , P_{b1} , P_{b2} の値で記録するためには、回転速度を切り替えた後のモータ5の動作が整定し、ディスク回転速度が目標の速度となるまで記録開始を待たなければならない。しかし、この回転速度が規定の速度になるまで時間待ちすると装置のアクセス性能を低下させるおそれがある。そのため、回転速度が規定の速度に整定する以前に、変化している速度に依存してデータを記録するパワーを変化させる。以下の処理では、前記変化させたパワーの変化値でかつアンプ34の増幅率の変化値 γ を求める処理を行う。S311処理部では、モータ5の回転速度を検出する動作を行う。続くS312処理部では、規定の回転速度に対する変化から変化値 γ を求める処理を行う。ここでは、説明の簡単化の為、回転速度変化1%に対してパワーを1%変化させるというような関係がある場合で説明する。従って、

$$\gamma = \text{モータ5の回転速度変化値}$$

となる。例えば5%ずつモータ5の回転速度を減少させながら記録する場合で、記録開始時は規定の回転速度に対して20%増加させた速度とした例で以後説明

する。この時最初の γ は 1. 2 である。続く S 3 1 3 処理部では現在のメモリ 2 3 の設定値に $\gamma = 1. 2$ を乗じた値をメモリ 2 3 に設定しなおす。すなわち $P_k = 1. 1 \text{ mW}$ の時で説明すると $P_k = 1. 1 \times 1. 2 = 1. 3. 2 \text{ mW}$ として設定する (P_{b1} , P_{b2} の設定も同様であり、以後その説明を省略する)。S 3 1 4 処理部ではメモリ 2 3 の設定値が変わったのでディスク 3 で反射される光ビームのパワーも変化する結果としてウォブル振幅も変わる為、アンプ 3 4 の出力を補正する。すなわち補正值 $\gamma = 1. 2$ をデジタル信号処理回路 3 3 に出力する。 $\beta = 0. 8$ と $\gamma = 1. 2$ が入力されたデジタル信号処理回路 3 3 は、図 1 1 の R 4 処理部で β と γ を乗じた値 $0. 8 \times 1. 2 = 0. 9 6$ でアンプ 3 4 の増幅率を変化させ、ウォブル振幅の基準値を補正する。今回記録する以前に記録した際のアンプ 3 4 の出力が 1 V を示す値であったとすると $1 \times 0. 9 6 = 9 6 0 \text{ mV}$ が今回記録する際の基準値となる。続く S 3 1 5 処理部では記録継続かどうか判断する。記録継続の時は S 3 1 0 処理部へ戻り再び処理を繰り返す。次にモータ 5 の回転速度を 5 % 減少させた場合は、 $\gamma = 0. 9 5$ でありメモリ 2 3 に設定される値が示すパワーは $P_k = 1. 3. 2 \times 0. 9 5 = 1. 2. 5 4 \text{ mW}$ となる。この時は連続記録中となり $\beta = 1$ となるので R 4 処理部では $\beta \times \gamma = 0. 9 5$ でアンプ 3 4 の増幅率を変化させる。すなわち、 $9 6 0 \text{ mV} \times 0. 9 5 = 9 1 2 \text{ mV}$ が次の基準値として求められる。以後同様に 5 % ずつ回転速度を減少させ、規定の速度となった時に $\gamma = 1$ となる。上記処理を行うことにより、アクセス性能を低下させることなくウォブル振幅の半径方向変動による制御誤差を少なくすることが出来る。

【0086】

最後に、記録中ディフェクトによってオフトラックが発生した際のサーボマイコン 1 7 の機能について説明する。前述のように、ウォブル振幅検出器 1 0 はフォトディテクタ 6 の出力を用いてウォブル振幅を検出する。フォトディテクタ 6 の出力は同時にトラッキングエラー信号としてサーボマイコン 1 7 に入力されトラッキング制御が行われる。ここで、光ビームがディフェクトを通過するとウォブル振幅が変動するが、同時にトラッキングエラー信号も変動する。この変動により光ビームが走査中のトラックから外れるオフトラックが発生する可能性があ

り、記録中にオフトラックが生じると記録中のトラックに隣接したトラックのデータを誤消去したり、誤記録する問題が発生する。そのため、以後説明する処理では、オフトラックが生じた際にメモリ 2 3 の設定値を変更して光ビームが出力するパワーを記録パワーから消去パワー以下にする事でこの問題を防止する。その後オフトラックから復帰した際には元の記録パワーに戻す。図 1 5 のフローチャートはオフトラックを検出した時のサーボマイコン 1 7 の機能を示しており、以後その動作を詳細に説明する。まず、図 1 5 の動作に先だって、光ビームがディスク 3 上のトラック上をディスク 3 の回転に伴って走査しているとし、記録動作を行っている。この時光ビームが G a p 領域を通過中の時は出射光制御部 8 の出力が、D a t a 領域を通過中では反射光制御部 1 2 の出力がスイッチ 9 にて交互に選択されているとする。まず、S 4 0 1 処理部において、入力されたトラッキングエラー信号の出力レベルがあらかじめ定められている特定の値 O F T R L V L 以上かどうか判断する。O F T R L V L 以上の場合、オフトラックが発生したとして S 4 0 2 処理部に移行する。S 4 0 2 処理部では、以前にオフトラックによってパワーが変更されたことを示すフラグ F L G が 1 かどうかを判断する。最初にオフトラックが検出された時はこの F L G は 0 の為、S 4 0 3 処理部に以降する。S 4 0 3 処理部では、現在メモリ 2 3 に設定されている P k の値を P b 1 の値以下の値にし、その他の P b 1, P b 2 の値もそれに伴い減少させてメモリ 2 3 に設定しなおす。続く S 4 0 4 処理部は、レーザー 1 から出力される光ビームのパワーが変化した事によって反射光制御部 1 2 が誤動作するのを防止する為、強制停止信号を L レベルとして論理積回路 1 6 へ出力する処理を行う。上記処理により、出射光制御部 8 の動作によってレーザー 1 から出力される光ビームのパワーは消去パワー以下になる。続く S 4 0 5 処理部では、F L G を 1 にする。続いて S 4 0 1 処理部に戻り以降の処理を繰り返す。S 4 0 2 処理部において F L G が 1 の為、S 4 0 1 処理部に戻る。オフトラックが続いている間は上記処理が繰り返される。オフトラックからトラッキング制御が復帰した場合、S 4 0 1 処理部においてトラッキングエラー信号の出力レベルが O F T R L V L の値以下である事が検出され、S 4 0 6 処理部に移行する。S 4 0 6 処理部では F L G が 1 かどうか判断する。現在最初にオフトラックから復帰した状態なので F L

G = 1 であり、S 4 0 7 処理部に移行する。S 4 0 7 処理部ではカウンタ C の値が 0 かどうか判断する。カウンタ C に入力されている値は、オフトラックから復帰した後反射光制御部 1 2 を動作させるまでの時間を示し、パワーが変化したことによって変動したローパスフィルタ 3 1 の出力が、オフトラックから復帰後に以前のパワーにおける出力と等しくなるまで待つ時間を示す値である。例えばこの時間を 2 m s としカウンタ C を 1 デクリメントするのに要する時間が 1 4 u s 必要とした際のカウンタ C の値は $20000 / 14 = 1429$ となる。現在、初期値 1 4 2 9 が入力されており 0 では無いため、S 4 0 8 処理部に移行し、メモリ 2.3 の設定値を S 4 0 3 処理部で変更する以前の値に戻す。その後 S 4 0 9 処理部にてカウンタ C の値を 1 デクリメントし、S 4 0 1 処理部に戻る。S 4 0 9 処理部でカウンタ C がデクリメントされて 0 にならない限り上記処理が繰り返される。2 m s 経過し S 4 0 7 処理部でカウンタ C が 0 である事が検出された後は、S 4 1 0 処理部にて強制停止信号を H レベルにして出力し論理積回路 1 6 の動作を通常のものとする。続いて S 4 1 1 処理部にて F L G を 0 に戻す。その後 S 4 1 2 処理部にてカウンタ C の値を 1 4 2 9 に初期化して S 4 0 1 処理部に戻る。以上の処理を行う事で、オフトラックが発生している期間のみパワーを変更する事が可能であり、隣接トラックへの誤消去・誤記録を防止する事が出来る。

【 0 0 8 7 】

以上、これまでの説明はデジタル信号処理回路 2 4 とデジタル信号処理回路 3 3 とサーボマイコン 1 7 の動作を個別の構成要素で示したが、単一のプロセッサを用いて実現可能であることは言うまでもなく、また、バンドパスフィルタ 4 1 の出力はウォブル信号としてモータ 5 の回転制御等に一般的に用いられる為、上記説明の動作を行わせる際に既存の装置の構成に殆ど変更が必要なく、従ってコストの増大が殆どなく実現できる。

【 0 0 8 8 】

尚、本発明の実施の形態 1 では、ディスクからの反射光を検出した信号としてウォブル振幅を用いたが、フォトディテクタ 6 で受光して出力されるいずれの信号（例えば、R F 信号）を用いても本発明を実現出来る事は言うまでもない。また、本発明の第 1 の実施の形態では、媒体として G a p 領域を有する光ディスク

を用いたが、媒体にデータを記録しない領域（例えばDVD-RAMディスクの例ではDrive test zoneとして説明した記録パワーを出力可能な領域）にアクセスして定期的に出射光制御部 8 を動作させる等の処理を行う事で、媒体の記録トラックにGap領域を有さなくても本発明を実現出来る事は言うまでもない。

【0089】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、媒体からの反射光（または透過光）に応じて複数のパワーの制御を行う際に、レーザーの特性が温度で変動しても、誤差の少ない制御を行う事ができるという有利な効果が得られる。また、媒体に対する適正パワーとは無関係に変動する要因を持つ反射光（または透過光）に応じてパワー制御を行う際に、上記変動成分によって制御誤差が発生するのを防ぐという有利な効果が得られる。また、出力するパワーが変化しても反射光（または透過光）の変化となって検出されないため制御誤差が発生しないという有利な効果が得られる。また、媒体からの反射光（または透過光）の変動が大きい時にレーザーの出力を止めずにレーザーが破壊される事を防止するという有利な効果が得られる。またパワー照射位置が異常となってもデータの誤記録／誤消去が発生しないという有利な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態 1 を示すブロック図

【図 2】

図 1 中の出射光制御部の構成を示すブロック図

【図 3】

図 1 中の反射光制御部の構成を示すブロック図

【図 4】

図 3 中の変化検出回路の動作説明図

【図 5】

図 3 中のデジタル信号処理回路における処理を説明するテーブルデータを示す

図

【図 6】

図 1 中のスイッチの動作説明図

【図 7】

2 セクタにわたってディフェクトが存在する様子を示した模式図

【図 8】

検索直後の動作の説明図

【図 9】

図 1 中のスイッチの切り替え動作説明図

【図 1 0】

図 1 中の出射光制御部の動作を説明するフローチャート

【図 1 1】

図 1 中の反射光制御部の動作を説明するフローチャート

【図 1 2】

図 1 中のサーボマイコンの装置動作開始時動作を示すフローチャート

【図 1 3】

図 1 中のサーボマイコンの適正パワー変化時動作を示すフローチャート

【図 1 4】

図 1 中のサーボマイコンの検索動作直後の記録動作を示すフローチャート

【図 1 5】

図 1 中のサーボマイコンのオフトラック時の動作を示すフローチャート

【図 1 6】

図 1 中の記録情報生成部の動作の説明図

【図 1 7】

図 1 中のウォブル振幅検出回路の構成を示すブロック図

【図 1 8】

レーザーの I - L 特性を説明する図

【図 1 9】

記録マーク形成時にレーザーから出力されるパワーの説明図

【図 2 0】

従来の反射光による制御手段の構成例を示すブロック図

【図 2 1】

I-L特性を用いた複数パワーの制御方法説明図

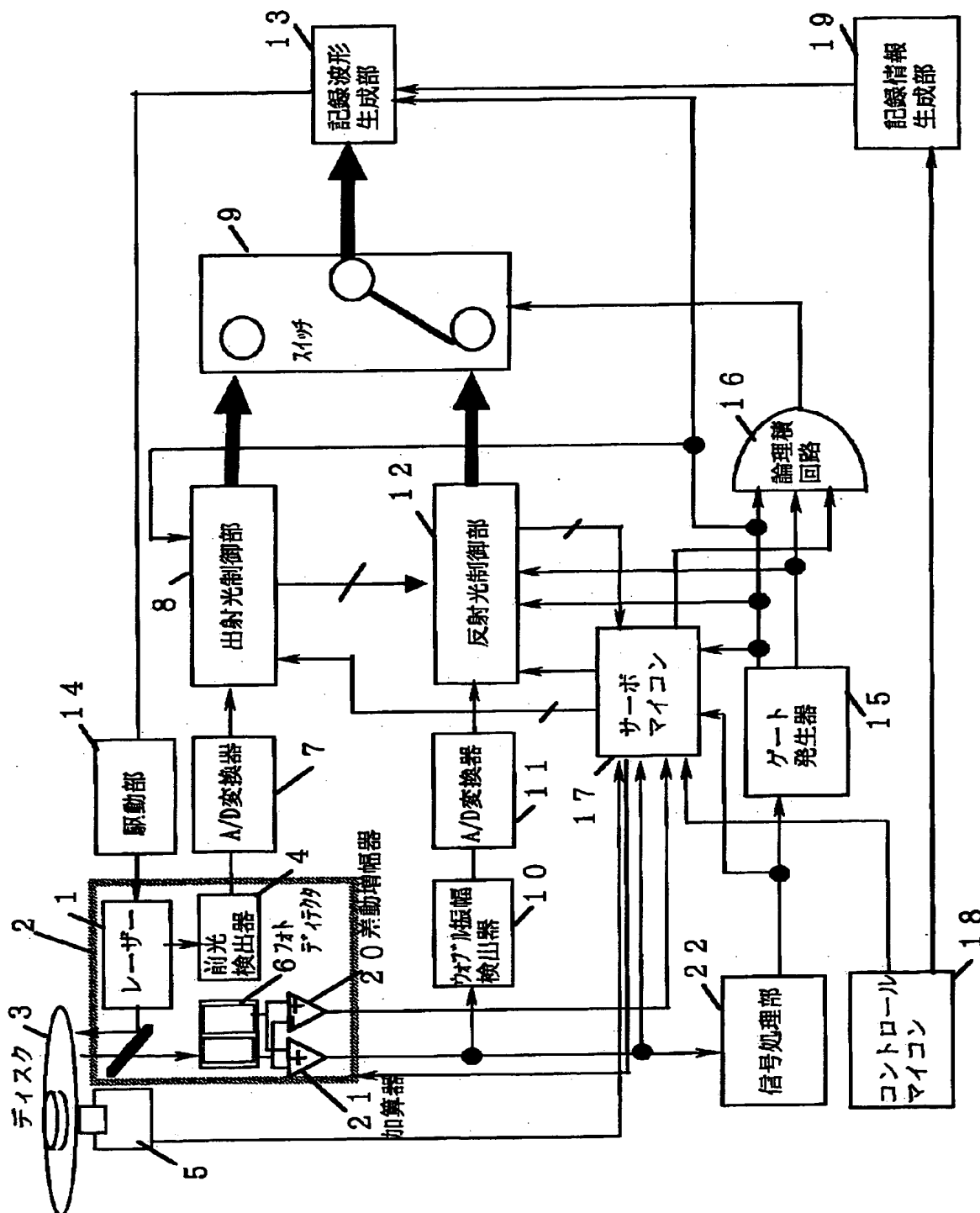
【符号の説明】

- 1 レーザー
- 2 ピックアップ
- 3 ディスク
- 4 前光検出器
- 5 モータ
- 6 フォトディテクタ
- 7 A/D変換器
- 8 出射光制御部
- 9 スイッチ
- 10 ウォブル振幅検出器
- 11 A/D変換器
- 12 反射光制御部
- 13 記録波形生成部
- 14 駆動部
- 15 ゲート発生器
- 16 論理積回路
- 17 サーボマイコン
- 18 コントロールマイコン
- 19 記録情報生成部
- 20 差動増幅器
- 21 加算器
- 22 信号処理部
- 23 メモリ
- 24 デジタル信号処理回路

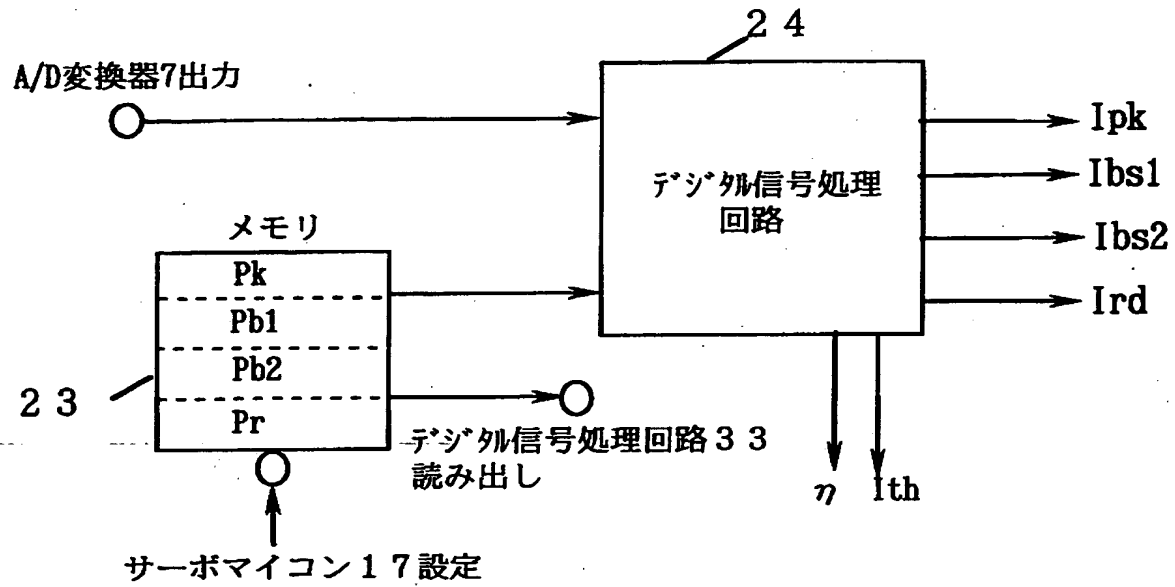
- 3 1 ローパスフィルタ
- 3 2 変化率検出回路
- 3 3 デジタル信号処理回路
- 3 4 アンプ
- 3 5 デジタルフィルタ
- 4 1 バンドパスフィルタ
- 4 2 エンベロープ検出回路
- 1 0 1 受光素子
- 1 0 2 演算部
- 1 0 3 駆動部

凶面

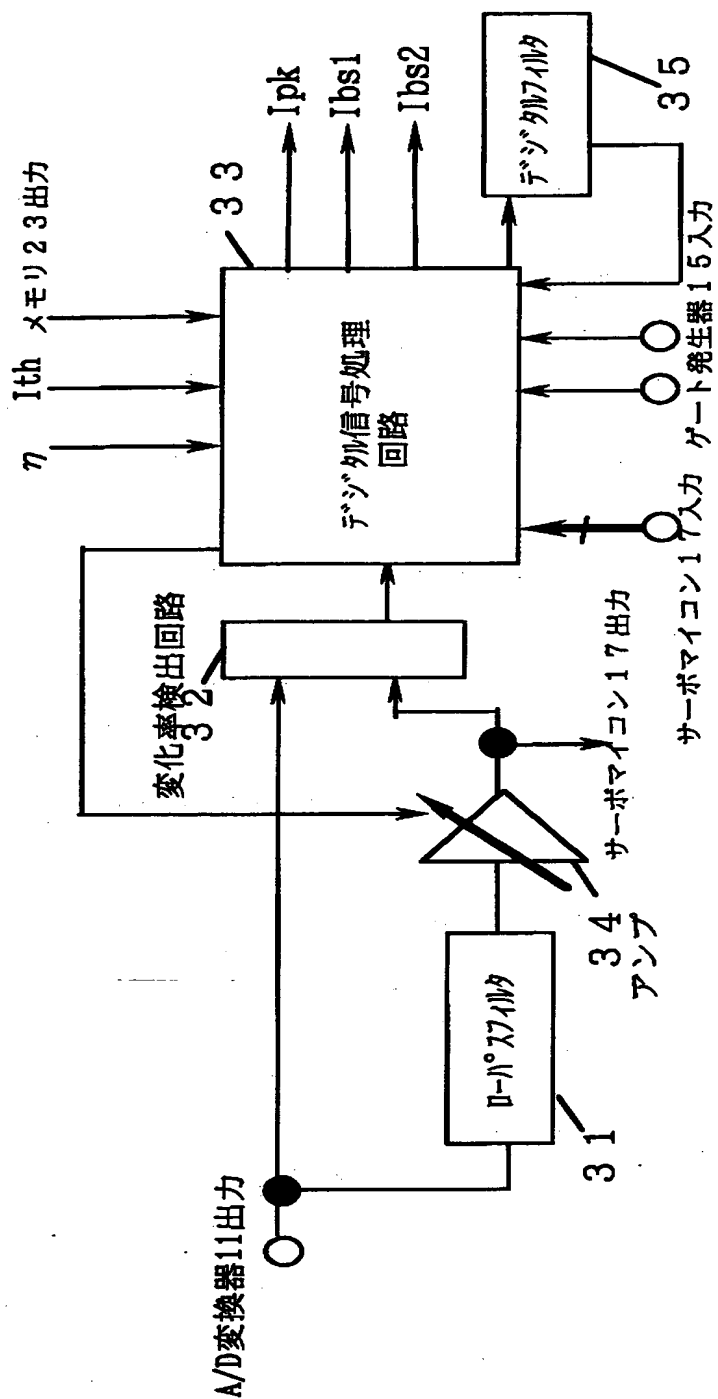
【図 1】



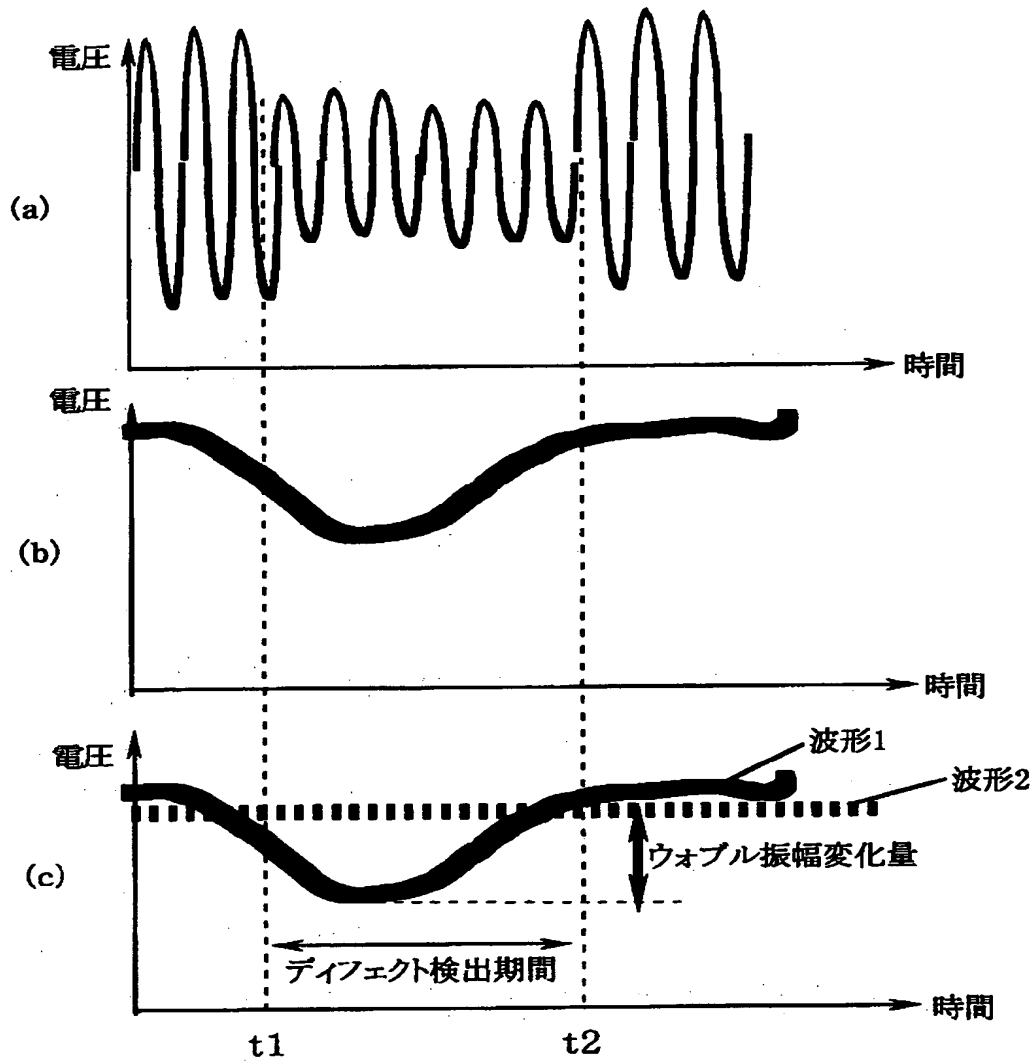
【図 2】



【図 3】



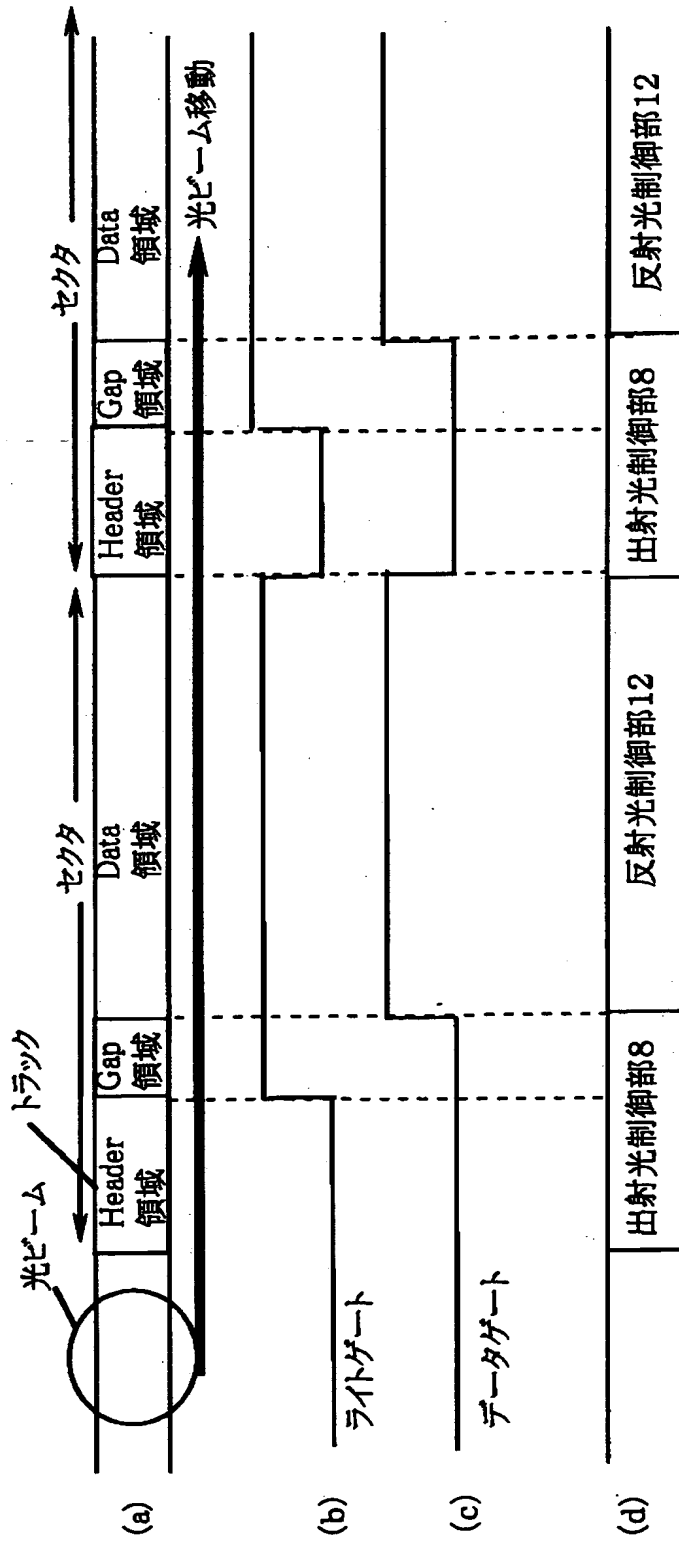
【図 4】



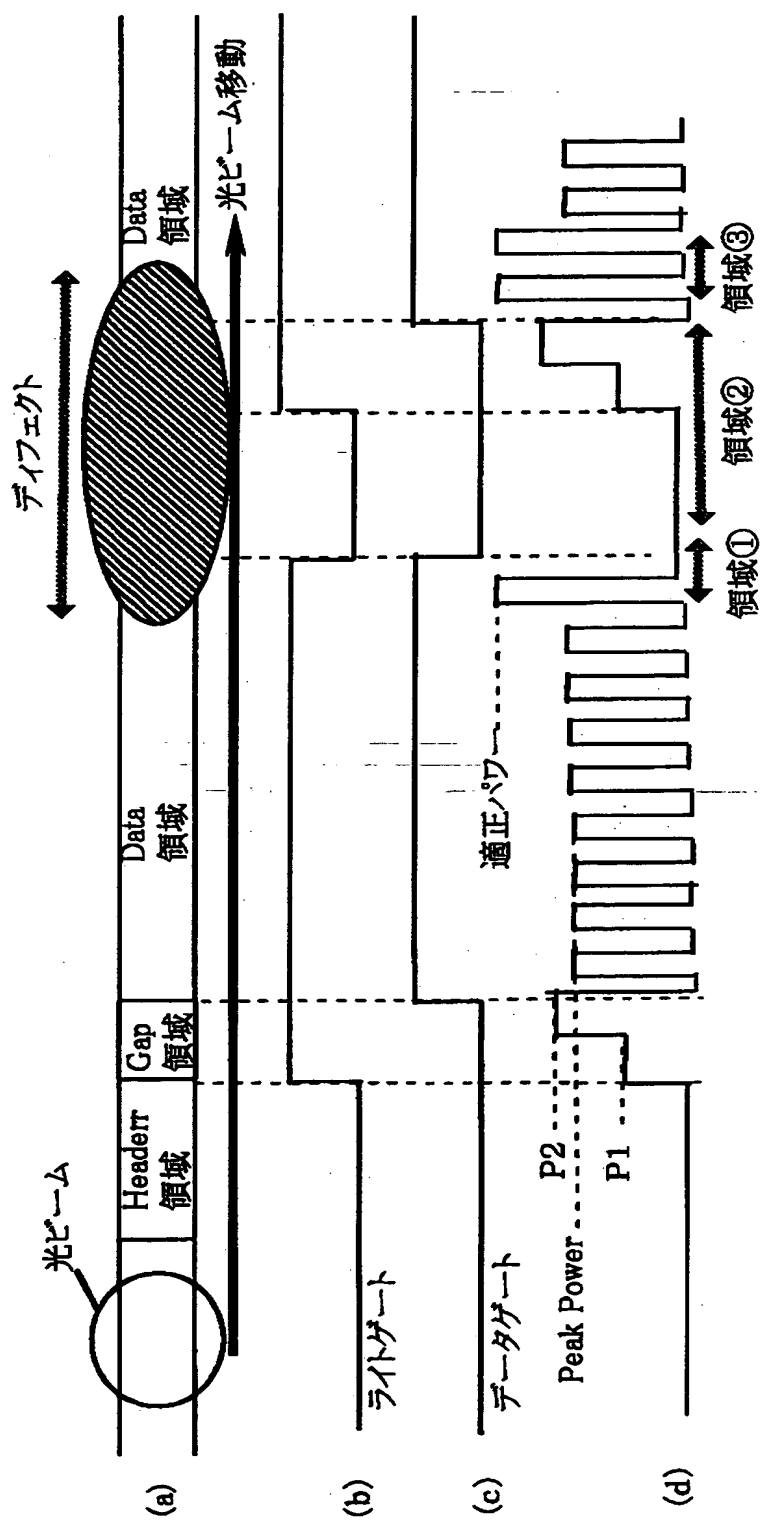
【図 5】

入力		
$\alpha(n)$	Pup(n)	INV_Pup(n)
1	1	1
0.98	1.01	0.99
0.96	1.02	0.98
0.94	1.03	0.97
0.92	1.04	0.96
0.9	1.05	0.95
0.88	1.06	0.94
0.86	1.07	0.93
0.84	1.09	0.91
0.82	1.1	0.9
0.8	1.11	0.9
0.78	1.13	0.88
0.76	1.14	0.87
0.74	1.16	0.86
0.72	1.17	0.85
0.7	1.19	0.84
0.68	1.21	0.82
0.66	1.23	0.81
0.64	1.25	0.8
0.62	1.27	0.78

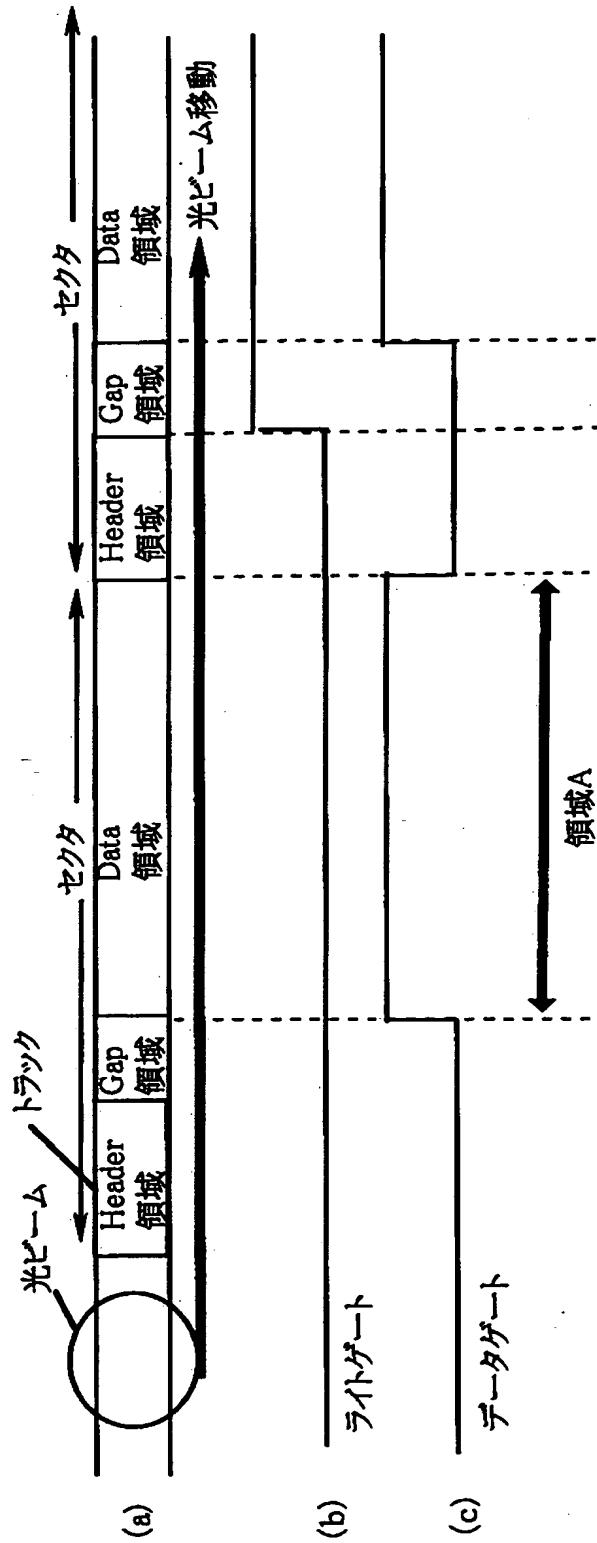
【図 6】



【図 7】



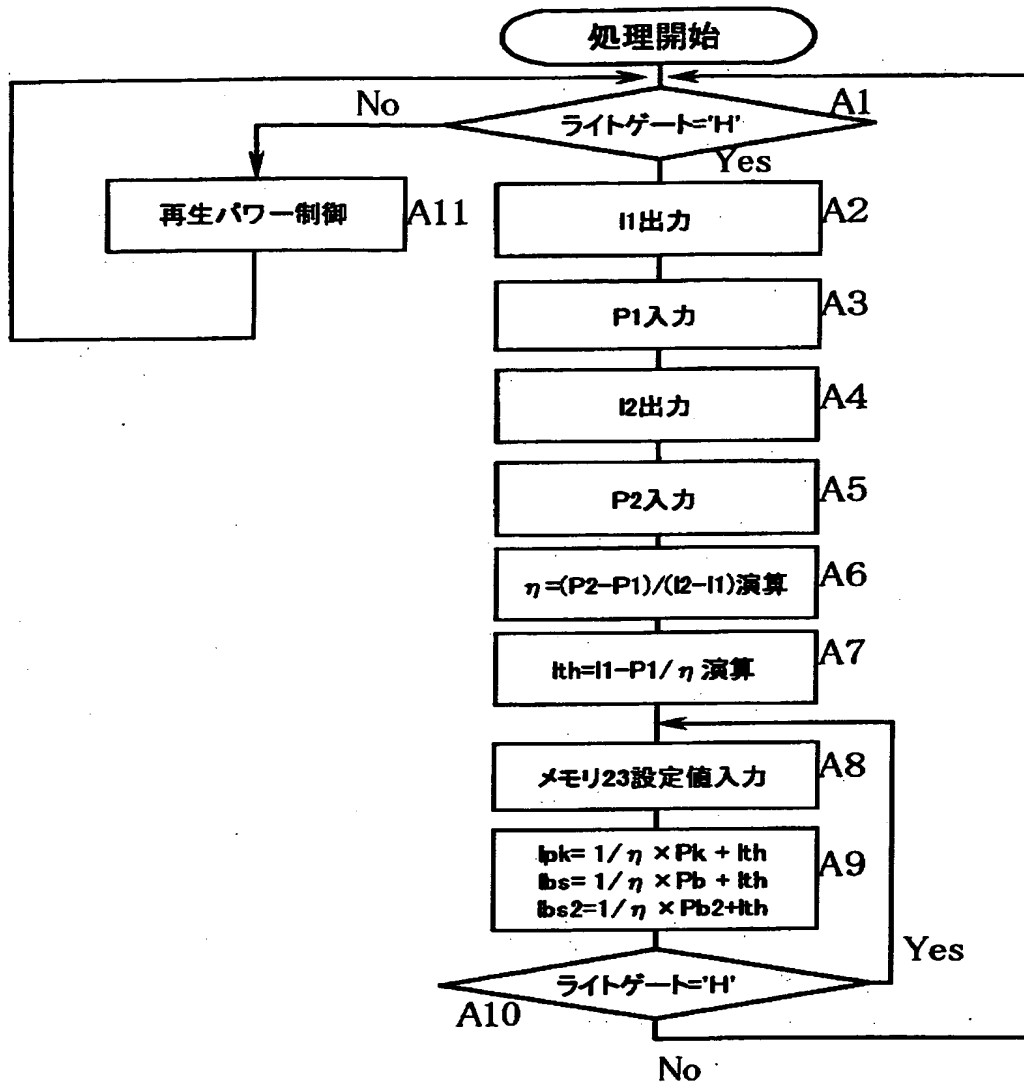
【図 8】



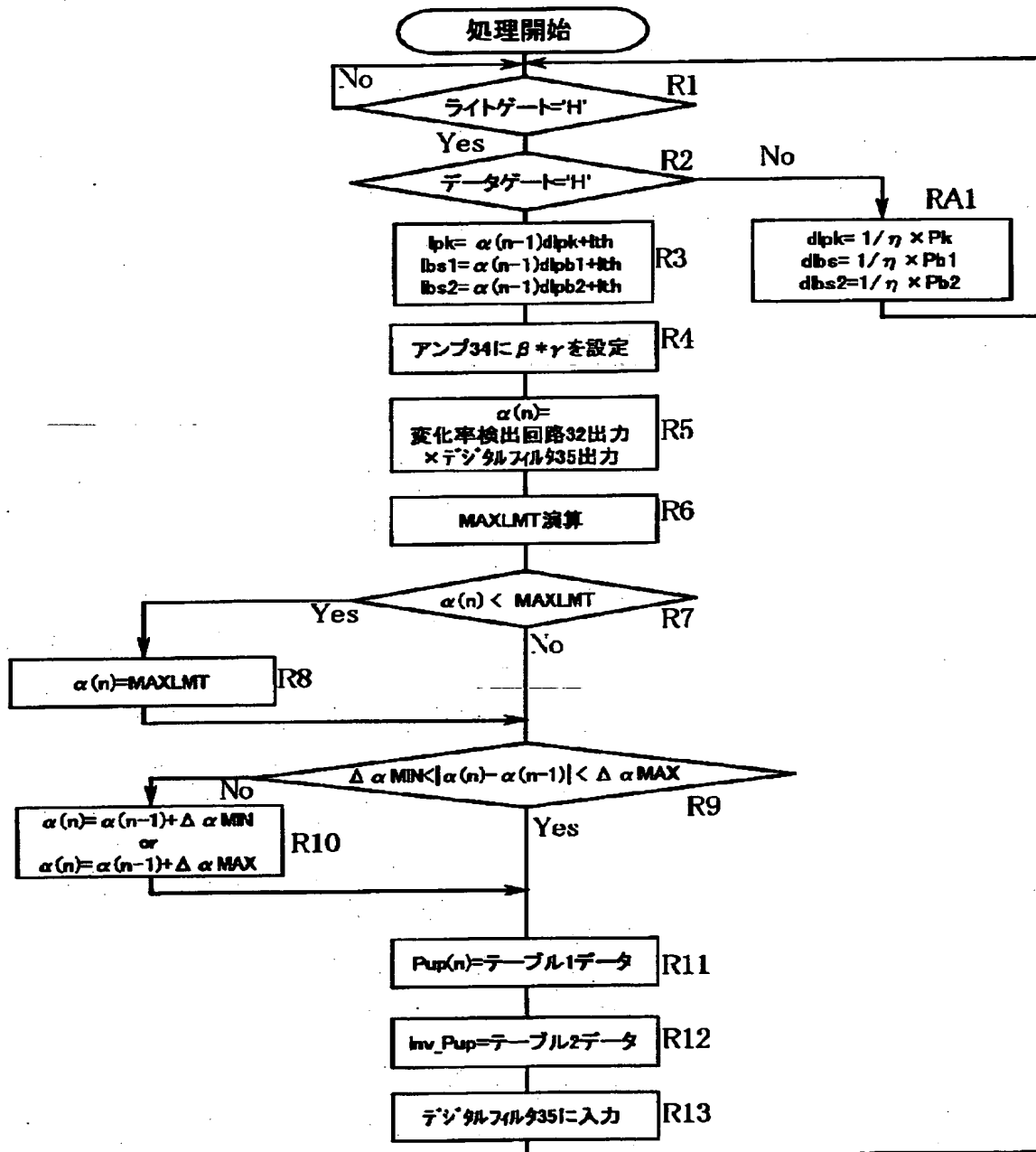
【図 9】

	ライトゲート	データゲート	サーボ部 出力	スイッチ
装置動作開始時	L	L	L	出射光制御部8
記録動作時	L	L	H	出射光制御部8
	H	L	H	出射光制御部8
	H	H	H	反射光制御部12
再生動作時	L			出射光制御部8
オフトラック時			L	出射光制御部8

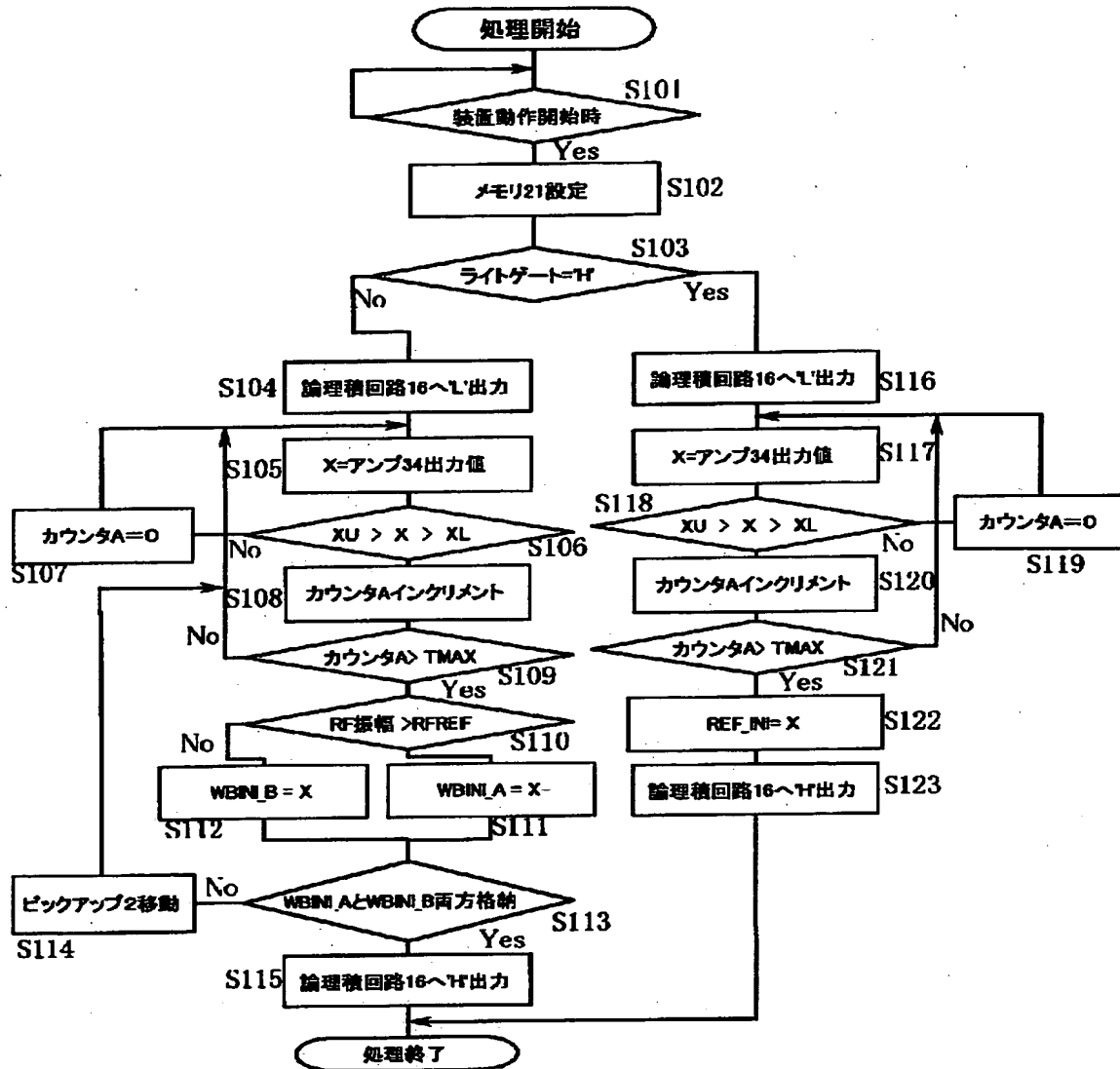
【図 1 0】



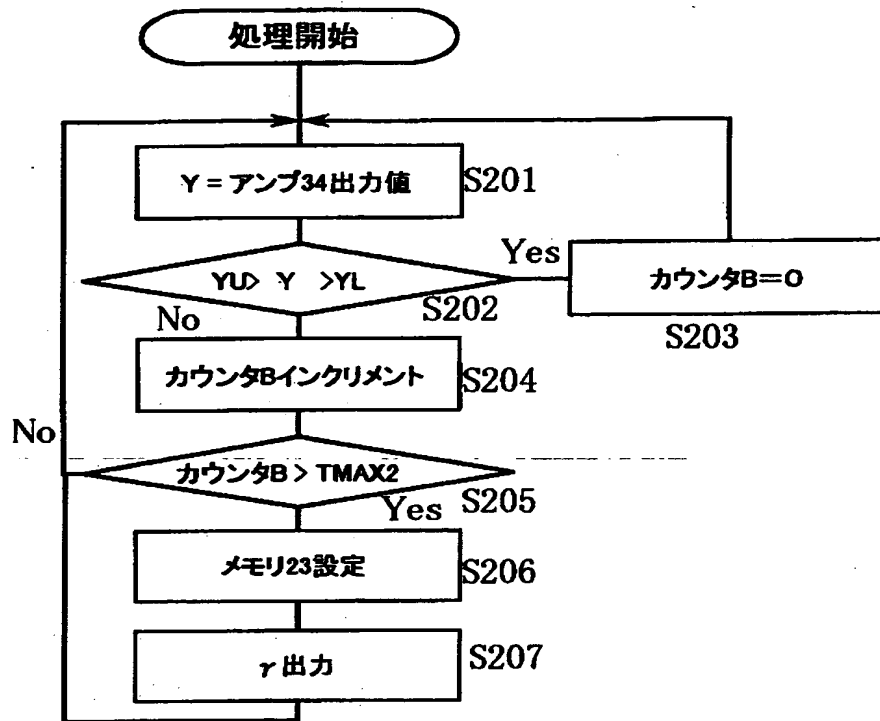
【図 11】



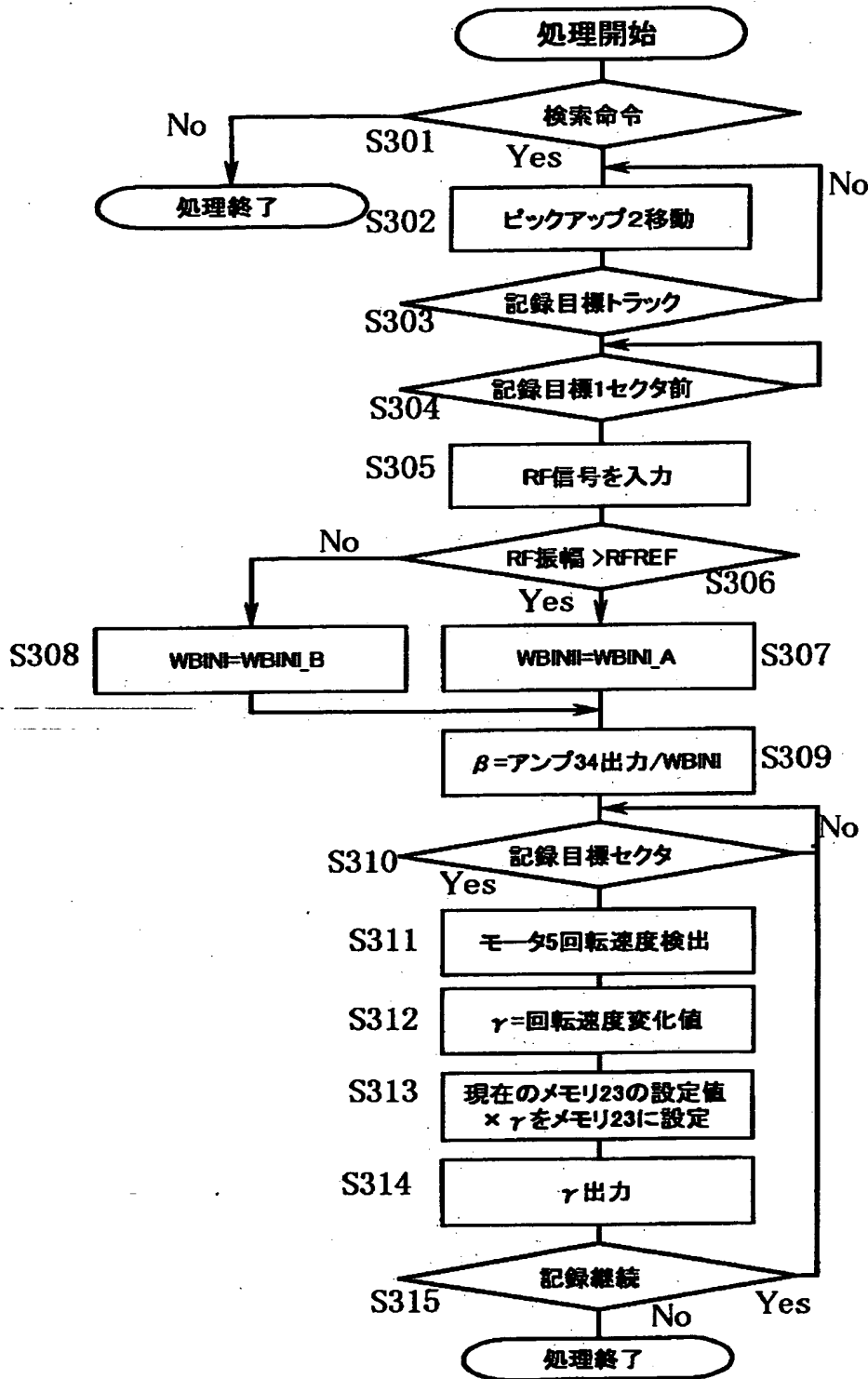
【図 12】



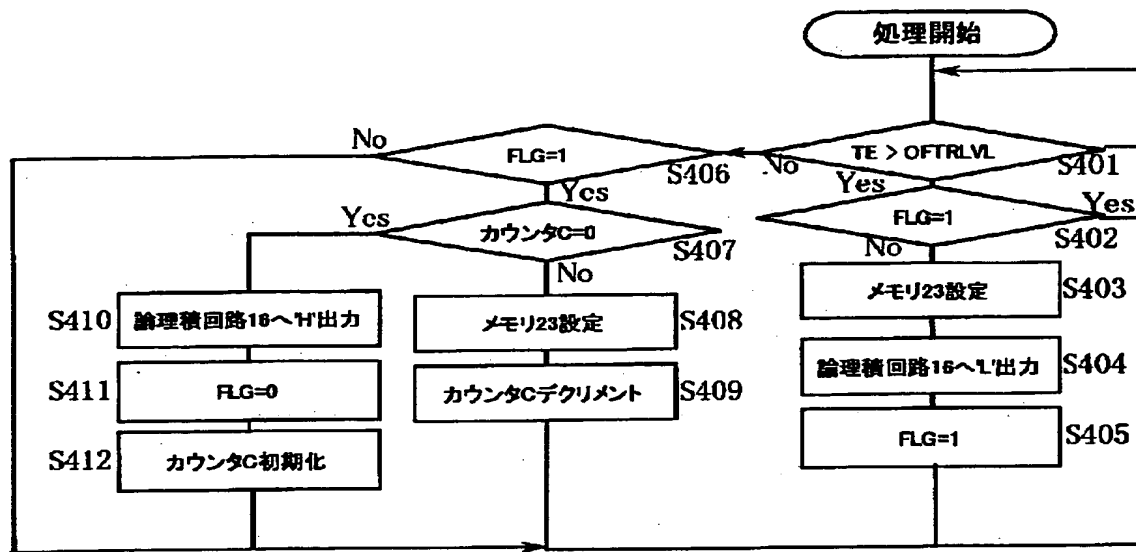
【図 1 3】



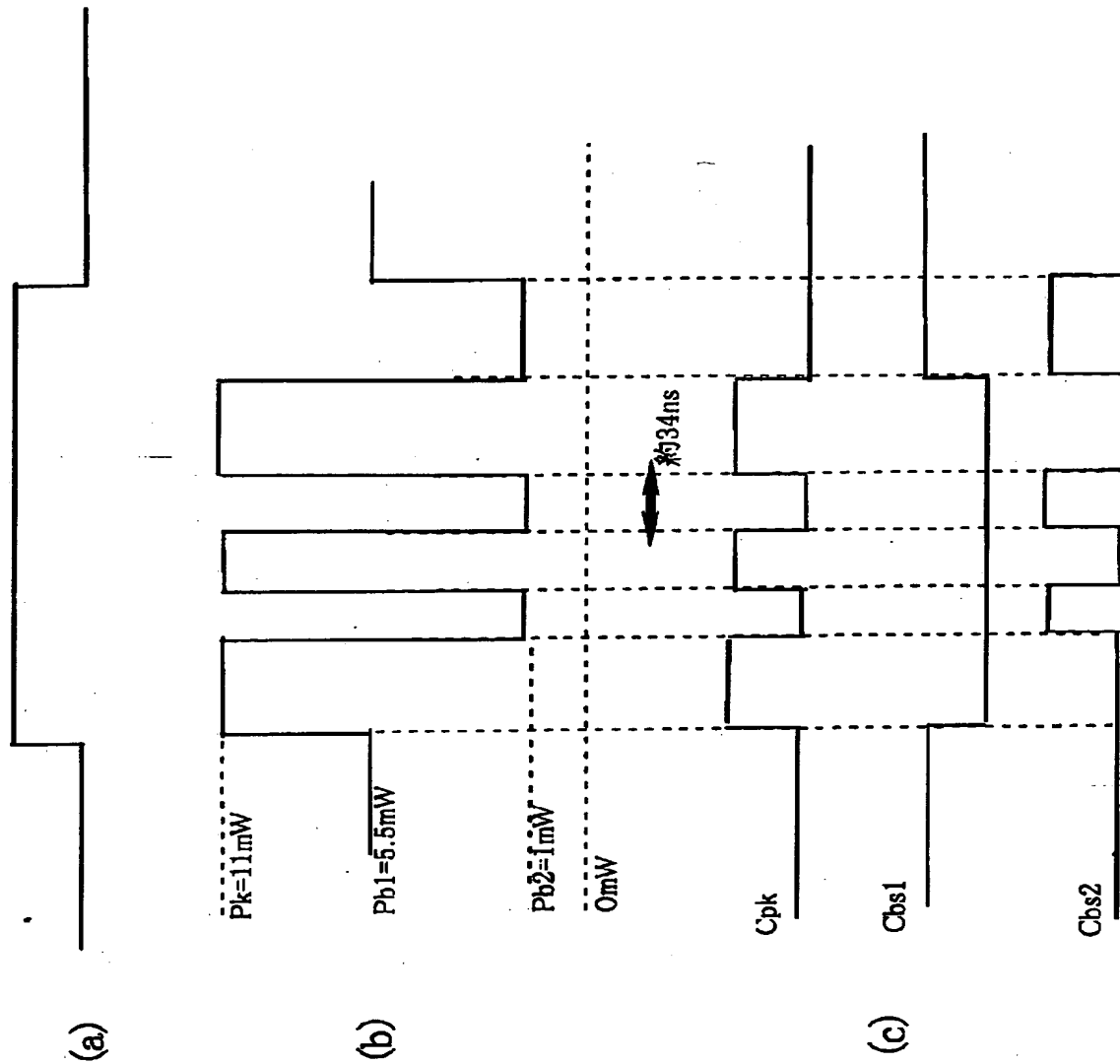
【図 1 4】



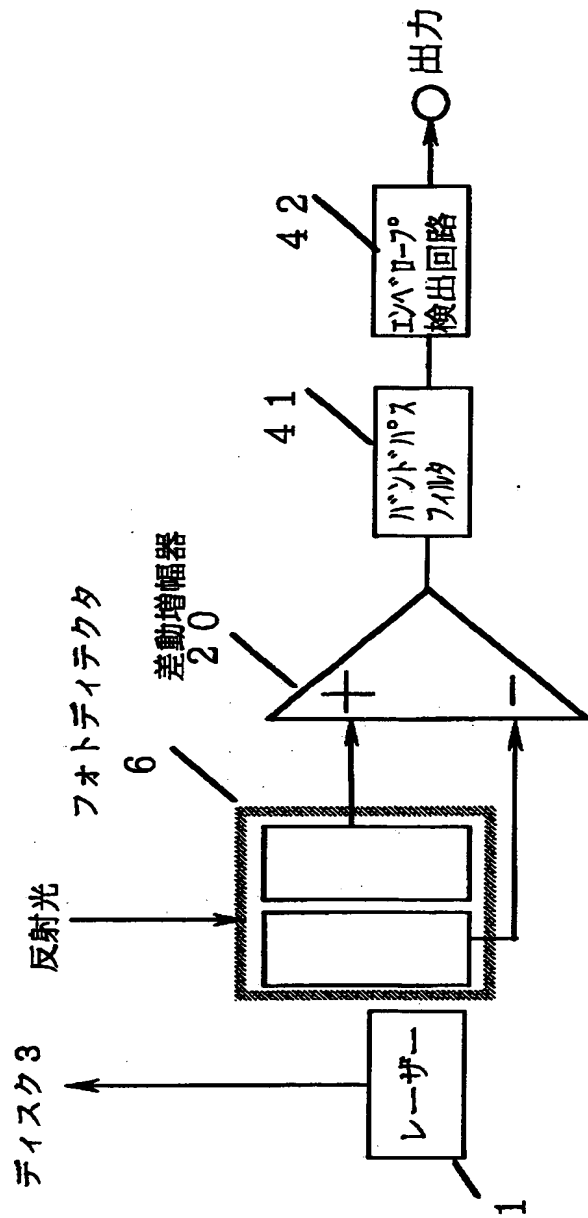
【図 1 5】



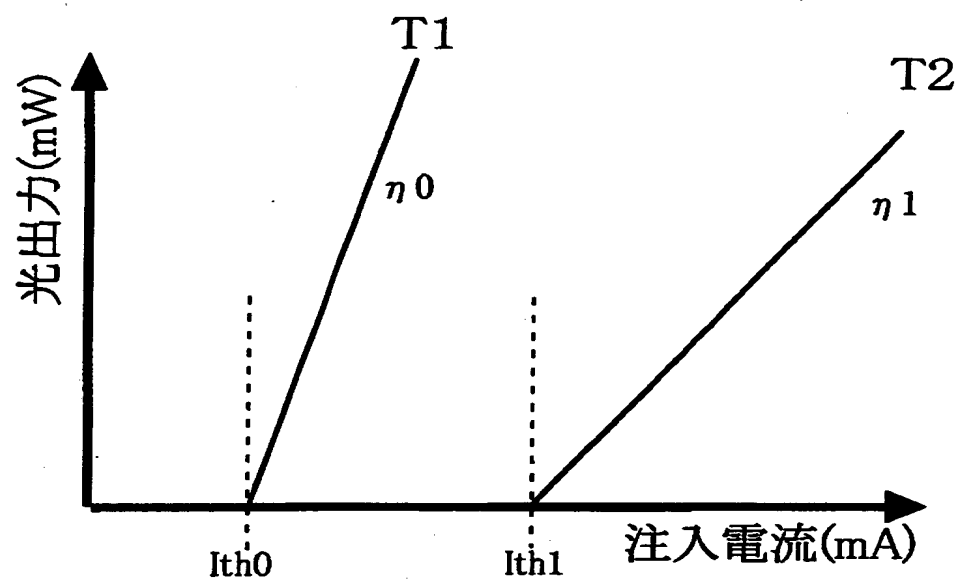
【图 1 6】



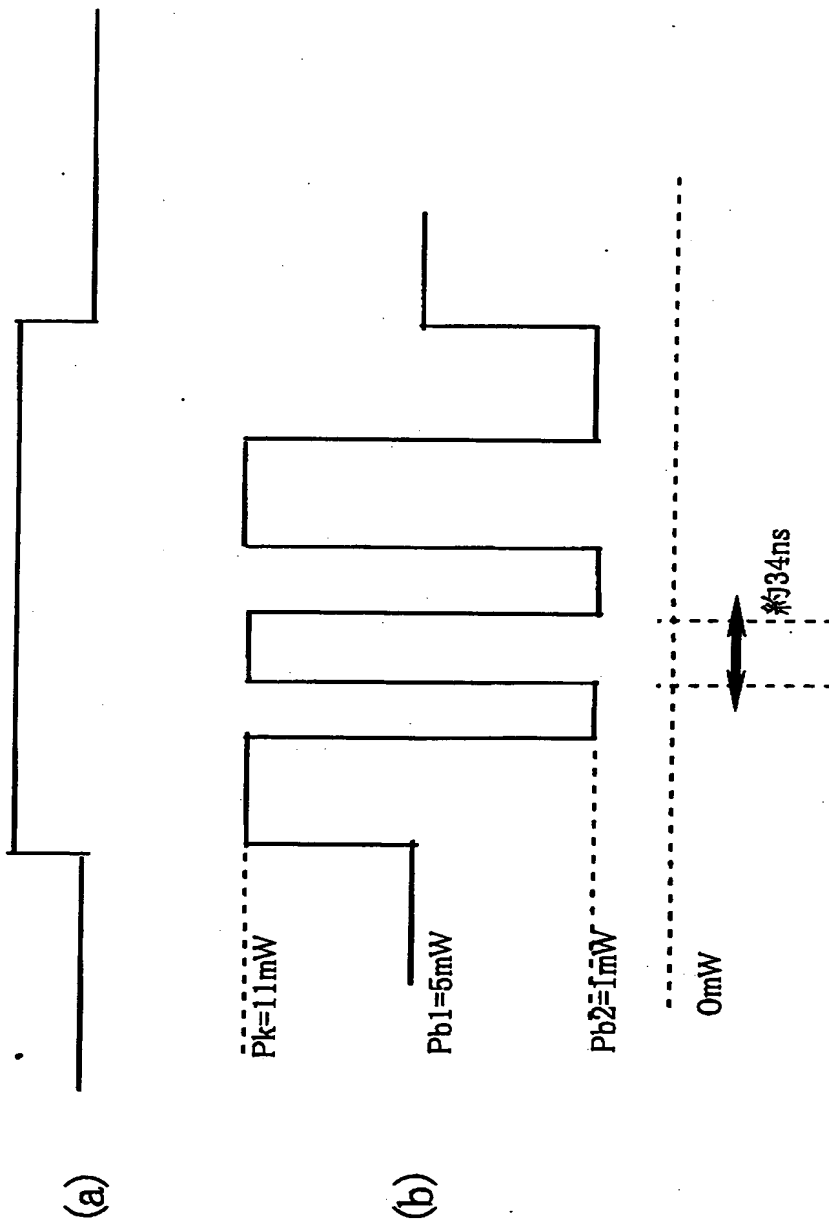
【図 1 7】



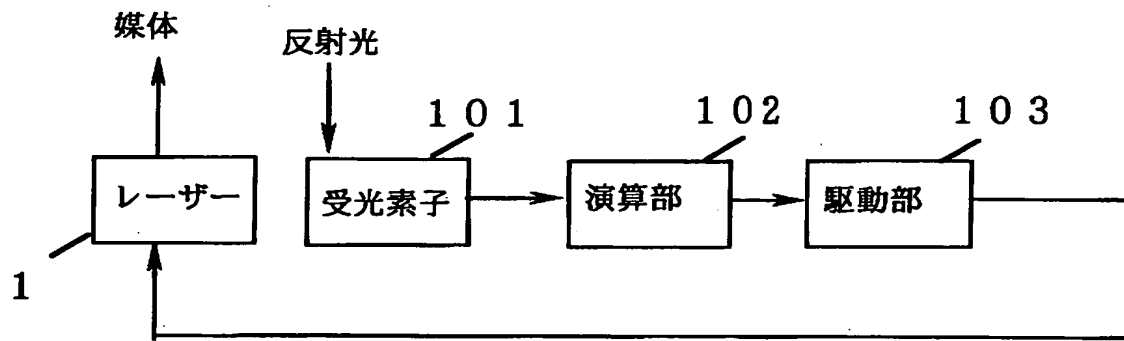
【図 1 8】



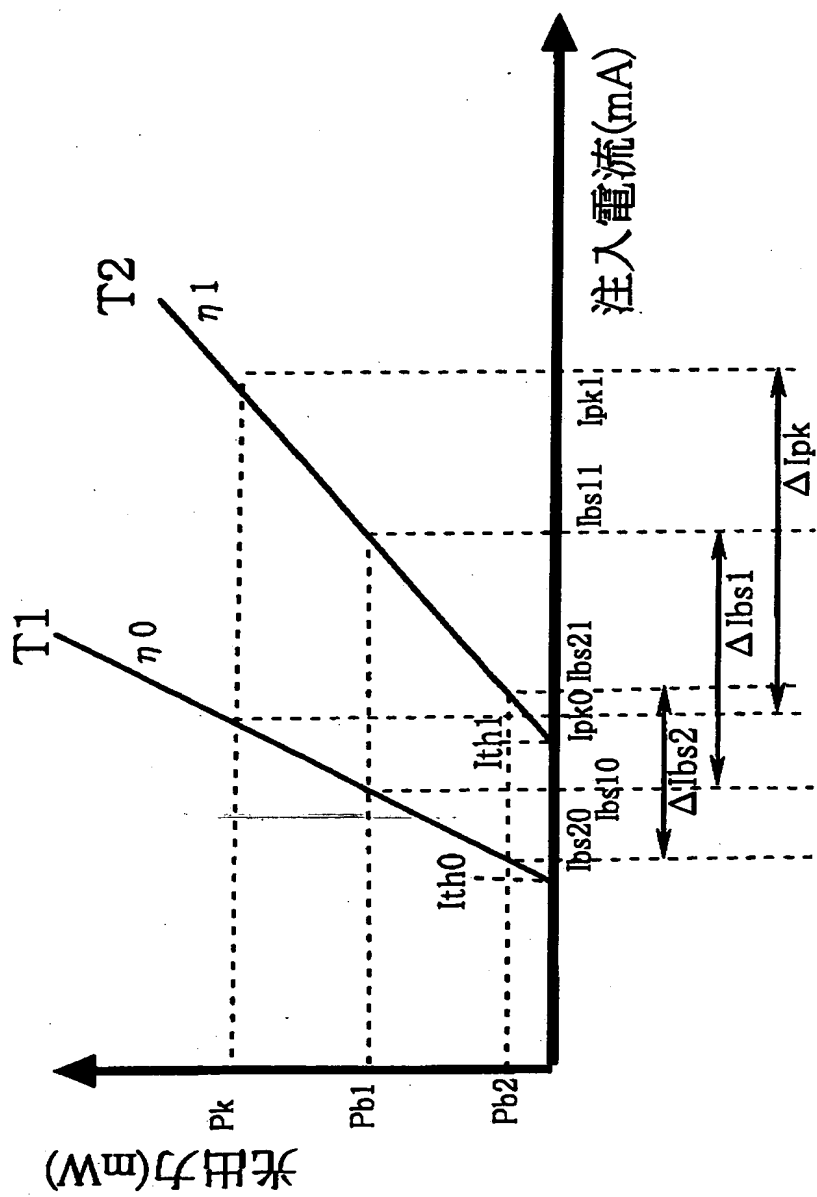
【図 1 9】



【図 2 0】



【図 2 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 媒体の反射光（または透過光）を用いて短期間に複数のパワーを制御する際、レーザーの特性が温度によって変化しても誤差の少ない制御を行う事を目的とする。

【解決手段】 本発明のレーザーパワー制御方法は、媒体の反射光を用いてパワー制御を行う反射光制御部 1 2 と出射光をモニタしてパワー制御を行う出射光制御部 8 を併用し、反射光制御部 1 2 は出射光制御部 8 において求められたレーザーの閾値電流と量子効率を示す情報を利用してレーザー 1 の駆動値を求め、出射光制御部 8 の出力の影響はディスク 3 の Gap 領域の区間のみになるように出射光制御部 8 と反射光制御部 1 2 の出力を切り替えるように構成したものであり、反射光制御部 1 2 は温度で変化するレーザー 1 の閾値電流と量子効率に応じて出力を補正する事により誤差が少なく複数のパワーを制御する事が出来る。

【選択図】 図 1

特平 11-213277

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名 松下電器産業株式会社